



Instituto Politécnico de Coimbra  
Escola Superior Agrária de Coimbra

# Caracterização de resíduos urbanos provenientes da restauração na união de freguesias da Glória e Vera Cruz, Aveiro - perspectiva de aplicação de um Sistema PAYT

João Pedro Abreu Rodrigues



2015



Dissertação apresentada como requisito parcial para obtenção  
do grau de Mestre em Gestão Ambiental





# **Caracterização de resíduos urbanos provenientes da restauração na união de freguesias da Glória e Vera Cruz, Aveiro - perspectiva de aplicação de um Sistema PAYT**

Dissertação apresentada à Escola Superior Agrária de Coimbra para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Gestão Ambiental, realizada sob a orientação científica da Engenheira Paula Brice Freire Lopes (CMA – Câmara Municipal de Aveiro) e da Doutora Célia Maria Dias Ferreira (CERNAS), tendo como Co-Orientador o Engenheiro António Joaquim Lima Correia Pinto.

**João Pedro Abreu Rodrigues**

**2015**





## Agradecimentos

Concluída esta etapa da minha vida, gostaria e não poderia passar de qualquer forma este momento deixando uma palavra de agradecimento a todas as pessoas e instituições que de certa forma ajudaram e apoiaram a realização deste trabalho.

Agradecer à Professora Célia Ferreira e à Eng.<sup>a</sup> Paula Lopes por terem aceite serem minhas orientadoras, pelo apoio que demonstraram e prestaram, pelos conhecimentos, sugestões e ajuda que transmitiram ao longo do estágio para uma boa persecução deste trabalho e aquando da realização desta dissertação de mestrado.

A campanha de caracterização física de resíduos não teria sido possível sem a colaboração da empresa SUMA, que disponibilizou o veículo, um funcionário e os contentores necessários à recolha dos resíduos dos restaurantes. Na triagem dos resíduos gostaria de agradecer ao Eng.<sup>o</sup> João Vaz, da empresa Ecogestus, que forneceu o material e equipamento de campo e ao meu colega Hélder Rodrigues que também colaborou no trabalho de campo.

Agradecer à Sr.<sup>a</sup> Elisa Henriques e ao Sr. Fernando Costa pela ajuda que deram durante os inquéritos aos restaurantes e durante a recolha dos resíduos nos restaurantes, respectivamente. A todos os funcionários dos SMA/CMA também um agradecimento pela forma que me receberam, pela ajuda e simpatia que tiveram pela minha pessoa.

Este trabalho foi enquadrado nas actividades de investigação do CERNAS, Centro de Estudos de Recursos Naturais, Ambiente e Sociedade, tendo sido financiado por Fundos Nacionais através da FCT – Fundação para a Ciência e a Tecnologia no âmbito do projecto PEst-OE/AGR/UI0681/2014.

A todos os meus Amigos e colegas, pelo apoio, amizade, paciência e camaradagem que demonstraram.

Em último e não menos importante, à minha Família por toda a força, apoio e compreensão durante esta etapa importante da minha vida, sem eles nada disto seria possível de se realizar

**A TODOS um MUITO OBRIGADO!**



## Resumo

O trabalho desenvolvido tem como propósito a descrição das actividades realizadas durante o estágio curricular na Escola Superior Agrária de Coimbra, numa parceria com os Serviços Municipalizados de Aveiro (SMA) e a Câmara Municipal de Aveiro (CMA), na área da gestão de resíduos urbanos. Este trabalho consistiu numa campanha de quantificação e caracterização física de resíduos urbanos indiferenciados e selectivos, recolhidos em restaurantes na União de Freguesia da Glória e Vera Cruz, no município de Aveiro e na análise da perspectiva de viabilidade de implementação de um sistema tarifário PAYT (*Pay-As-You-Throw*).

Primeiramente, no estágio incidiu-se na pesquisa bibliográfica sobre os sistemas PAYT, nomeadamente a sua aplicação em Portugal e no resto do Mundo e as variantes técnicas possíveis deste sistema tarifário. A segunda fase correspondeu ao levantamento de todos os restaurantes na zona de estudo e à realização de um inquérito sobre os resíduos produzidos a um grupo seleccionado de restaurantes. Em seguida foi implementada uma campanha de caracterização física dos resíduos, tendo por alvo um conjunto representativo constituído por 11 restaurantes. A terceira e última fase consistiu no tratamento e análise dos dados obtidos, tendo-se realizado uma análise comparativa entre o que cada restaurante paga de tarifário pelo serviço de gestão de resíduos urbanos, indexado no consumo da água e os resíduos indiferenciados que cada um produz, analisando a viabilidade de aplicação de um sistema PAYT na zona de estudo.

Dos 11 restaurantes foram recolhidos 513,5 kg de RU indiferenciados e 196,7 kg de selectivos, durante 2 dias. Recolheram-se em cada restaurante, entre os 2,93 e os 53,65 kg/dia de resíduos indiferenciados, e entre os 1,70 e os 28,05 kg/dia de resíduos selectivos. Os resíduos indiferenciados na sua composição média são constituídos por bio-resíduos (74%), papel/cartão (15%), plástico (6%), vidro e outros resíduos (2%) e o metal (1%). Em relação aos resíduos selectivos, estes são constituídos por vidro (46%), papel/cartão (37%) e plástico (14%), metal (1,2%) e outros resíduos (2,1%).

Concluindo, dentro de todas as categorias, os bio-resíduos são os mais produzidos e à semelhança do que é feito em Portugal e lá fora, a implementação de um recolha selectiva deste tipo de resíduo deve ser tida em conta. Em relação ao serviço de gestão de RU, verifica-se que os valores pagos pelo serviço não reflectem as quantidades que se produzem, existindo restaurantes que produzem pouco resíduos e pagam mais pelo serviço e restaurantes que produzem mais resíduos e o que pagam não suporta os custos do serviço.

**Palavras-Chave:** Resíduos Urbanos, Resíduos Indiferenciados, Resíduos Selectivos, Tarifários, *Pay-As-You-Throw*, Restaurantes, Bio-resíduos





## Abstract

The purpose of this document is to describe the work developed during the internship at the Agriculture School of Coimbra (ESAC), partnered with the Municipal Services of Aveiro (SMA) and the Aveiro Municipal Council (CMA), in the area of urban waste management. The work consisted on the quantification and physical characterization of sorted and unsorted Municipal Solid Waste (MSW), The waste was collected in restaurants at União de freguesias Gloria and Vera Cruz, in Aveiro, then it was studied the viability of implementing a *Pay-As-You-Throw* (PAYT) Tariff System.

Initially the internship focused on a bibliographic survey and the study about the quantification e characterization of the MSW (methodology for the characterization and parameters of interest) and about PAYT systems (which tariffs are applied by the management services and how). The second phase consisted in carrying out an inquiry to selected restaurants about their acceptance in participating on the campaign, its objectives and how they perform the MSW collection. 513,5 kg of unsorted waste and 196,7 kg of selective MSW was gathered in 11 restaurants, during 2 days. The waste was stored on Aveiro's Ecocenter and characterized. The third phase, consisted on the treatment and analyses of the data The next step was to conduct an comparative analyze between what each restaurant pays as a fee for the MSW management system, indexed on the water consumption and what they produce.

Between 1,7 and 28,05 kg/day of sorted waste were collected per restaurant, that correspond to an average physic composition of glass (46%), paper (37%) and plastic (14%). The average composition of the unsorted waste corresponds to bio residues (74%), paper (15%) and plastic (6%).

It was possible to conclude that the fees applied on management of the UW do not reflect the produced quantities: restaurants that produce more residues pay less than restaurants that produce less.

**Keywords:** Municipal solid Waste, Unsorted Waste, Selective Waste, Tariff, *Pay-As-You-Throw*, Restaurants, Bio-Waste



## Índice

<b>1. Introdução .....</b>	<b>1</b>
1.1. Âmbito e Objectivos.....	4
1.2. Organização da Dissertação .....	5
<b>2. Revisão Bibliográfica.....</b>	<b>7</b>
2.1. Enquadramento legal Europeu e Nacional .....	7
2.2. Metodologia de caracterização de RU.....	11
2.3. Tipos de recolha de RU .....	13
2.3.1. Recolha Indiferenciada.....	13
2.3.2. Recolha Selectiva .....	14
2.3.2.1. Recolha selectiva de bio-resíduos .....	15
2.4. Impactes ambientais dos actuais destinos finais dos RU .....	17
2.5. Valorização de Resíduos Urbanos .....	19
2.5.1. Valorização Material – Reciclagem .....	20
2.5.1.1. Fileiras .....	21
2.5.1.1.1. Plástico .....	21
2.5.1.1.2. Papel e Cartão .....	22
2.5.1.1.3. Vidro.....	23
2.5.1.1.4. Metal .....	24
2.5.1.2. Fluxos .....	25
2.5.1.2.1. Embalagens e Resíduos de Embalagens .....	25

2.5.2. Valorização Orgânica .....	26
2.5.2.1. Compostagem .....	27
2.5.2.2. Digestão Anaeróbia .....	28
2.6. Casos de estudo de recolha selectiva de resíduos orgânicos .....	30
2.6.1. Nível Nacional.....	30
2.6.2. Nível Internacional .....	32
2.7. Sistemas tarifários <i>Pay-As-You-Throw</i> .....	35
2.7.1. Modelos de sistemas tarifários do tipo PAYT .....	38
2.7.2. Casos de estudo de Sistemas PAYT.....	41
2.7.2.1. Nível nacional.....	41
2.7.2.2. Nível Internacional.....	44
2.8. Quantificação dos RU na Europa e em Portugal .....	48
2.8.1. Na Europa .....	48
2.8.2. Em Portugal .....	51
2.8.2.1. RUB desviados de aterros.....	55
2.8.2.2. Embalagens e Resíduos de Embalagens.....	57
2.8.2.3. Caracterização física dos RU em Portugal .....	59
2.8.2.4. Resíduos Urbanos a nível regional em Portugal .....	61
<b>3. Material e métodos.....</b>	<b>63</b>
3.1. Descrição da área de estudo .....	63
3.2. Quantidade de RU produzidos em Aveiro.....	65

3.3. Identificação dos produtores.....	69
3.4. Metodologia de trabalho desenvolvida .....	71
<b>4. Resultados e Discussão .....</b>	<b>77</b>
4.1. Quantificação dos resíduos urbanos recolhidos .....	77
4.2. Produção dos resíduos urbanos por restaurante.....	79
4.3. Caracterização dos resíduos provenientes dos restaurantes .....	81
4.3.1. Quantificação total das diferentes componentes recolhidas .....	81
4.3.2. Composição física média dos resíduos provenientes dos restaurantes.....	83
4.3.3. Análise da quantidade de resíduos urbanos produzidos por refeições diárias declaradas .....	87
4.3.4. Massa volúmica dos bio-resíduos .....	90
4.4. Análise do sistema tarifário actual e a viabilidade da aplicação de um sistema tarifário do tipo PAYT.....	91
<b>5. Conclusão .....</b>	<b>99</b>
<b>6. Referências Bibliográficas .....</b>	<b>103</b>
<b>7. Anexos.....</b>	<b>109</b>



## Figuras

<b>Figura 1</b> - Alternativas genéricas de implementação do sistema tarifário do tipo PAYT.....	41
<b>Figura 2</b> - Comparação entre os resíduos urbanos produzidos, população, resíduos urbanos <i>per capita</i> , PIB e resíduos urbanos produzidos por Euro (PIB) na UE-27 entre 1995 e 2012. ....	48
<b>Figura 3</b> - Destino dado aos resíduos urbanos na Europa, em relação à quantidade de resíduos produzidos pelos habitantes (kg/hab.ano) na UE. ....	50
<b>Figura 4</b> - Produção e capitação de resíduos urbanos em Portugal continental.....	52
<b>Figura 5</b> - Capitação anual de resíduos urbanos produzidos em Portugal e na UE. ....	53
<b>Figura 6</b> - Distribuição dos destinos de RU em Portugal Continental em 2012. ....	54
<b>Figura 7</b> - Destino final dos RUB em 2012. ....	55
<b>Figura 8</b> - Evolução dos quantitativos de RUB depositados em aterro.....	56
<b>Figura 9</b> - Resíduos de Embalagem produzidos, reciclados e valorizados em Portugal.....	58
<b>Figura 10</b> - Caracterização física dos RU em Portugal em 2012.....	59
<b>Figura 11</b> - Produção de resíduos urbanos em Portugal, por região, em 2012. ....	61
<b>Figura 12</b> - Produção de resíduos urbanos em Portugal, por região, em 2012. ....	62
<b>Figura 13</b> - Freguesias que constituem o município de Aveiro. ....	63
<b>Figura 14</b> - Quantidade de RU Indiferenciados recolhidos pela SUMA. ....	65
<b>Figura 15</b> - Quantidade de papel, embalagens e vidro recolhida nos ecopontos na área de Aveiro em 2012 e 2013 e o seu total.....	67
<b>Figura 16</b> - Localização dos 11 restaurantes na área de estudo onde foram recolhidos os RU. ....	70

<b>Figura 17</b> - Caracterização dos RU indiferenciados recolhidos dos restaurantes. É possível observar a heterogeneidade dos resíduos indiferenciados produzidos nos restaurantes.....	71
<b>Figura 18</b> - Viatura de caixa aberta com plataforma elevatória cedida pela SUMA para a recolha dos resíduos. ....	73
<b>Figura 19</b> - Sacos com os resíduos recolhidos no Ecocentro Municipal de Aveiro e processo de quantificação e caracterização dos RU. ....	74
<b>Figura 20</b> - Balanças usadas na pesagem dos resíduos urbanos. A – Balança digital de capacidade máxima 50 kg, B – Balança digital de capacidade máxima 50 kg e de 15 kg, respectivamente e C – Balança digital de capacidade máxima 75 kg. ....	75
<b>Figura 21</b> - Quantidade de resíduos urbanos recolhidos em cada dia (kg/dia). ....	78
<b>Figura 22</b> - Quantidade total de resíduos indiferenciados e selectivos produzidos por cada restaurante. ....	79
<b>Figura 23</b> - Composição física média dos resíduos urbanos indiferenciados produzidos pelos restaurantes. ....	85
<b>Figura 24</b> - Composição física média dos resíduos urbanos selectivos produzidos pelos restaurantes. ....	86
<b>Figura 25</b> - Relação entre as refeições servidas por dia e a quantidade de RU indiferenciados produzidos por dia. ....	87
<b>Figura 26</b> - Relação entre as refeições servidas por dia e a quantidade de RU selectivos produzidos por dia.....	89
<b>Figura 27</b> - Relação entre a taxa paga pelos restaurantes e o custo que a CMA tem com os restaurantes, indexada ao consumo da água por mês.....	94



**Figura 28** - Relação entre o custo actual da CMA na gestão dos RU (€/t) e o custo ou receita obtida de cada restaurante (€/t).....94

**Figura 29** - Percentagem de RU encaminhados para diversas operações de gestão, em Portugal continental.....109



## **Tabelas**

<b>Tabela 1</b> - Peso de cada componente recolhida em cada dia e nos dois dias no total dos resíduos recolhidos.....	81
<b>Tabela 2</b> - Quantidade de resíduos urbanos recolhidos em componentes e composição gravimétrica. ....	83
<b>Tabela 3</b> - Quantidades médias produzidas por mês pelos 11 restaurantes durante um ano de trabalho laboral. ....	92
<b>Tabela 4</b> - Lista por ordem alfabética dos restaurantes que aceitaram participar no trabalho. ....	114
<b>Tabela 5</b> - Quantidades, médias e desvios padrão das diferentes componentes (bio-resíduos, plástico, papel/cartão, metal, vidro e outros resíduos) em cada restaurante durante cada recolha.....	115
<b>Tabela 6</b> - Massa volúmica média de todas as amostras utilizadas. ....	116
<b>Tabela 7</b> - Quantidades diárias e médias de resíduos indiferenciados recolhidos em cada restaurante.....	117
<b>Tabela 8</b> - Dias de trabalho efectivo mensal e num ano de cada restaurante, sem os dias de descanso semanal, dias de férias e períodos de festividades (Natal).....	118
<b>Tabela 9</b> - Quantidades médias de RU indiferenciados produzidos por mês e no ano por cada restaurante considerando os dias de descanso semanal e período de férias e Natal. ....	119
<b>Tabela 10</b> - Valor da taxa de serviço de gestão de RU paga pelos restaurantes em média por mês indexada ao consumo de água e a diferença entre o custo/receita. ....	120



## Lista de abreviaturas:

<b>APA</b>	Agência Portuguesa do Ambiente
<b>CDR</b>	Combustível Derivado de Resíduos
<b>CE</b>	Comissão Europeia
<b>CERNAS</b>	Centro de Estudos de Recursos Naturais, Ambiente e Sociedade
<b>CMA</b>	Câmara Municipal de Aveiro
<b>DGQA</b>	Direcção Geral da Qualidade do Ambiente
<b>DL</b>	Decreto-Lei
<b>ENRRUBDA</b>	Estratégia Nacional de Redução de Resíduos Urbanos Biodegradáveis Destinado aos Aterros
<b>EPI</b>	Equipamento de Protecção Individual
<b>ERSAR</b>	Entidade Reguladora dos Serviços de Águas e Resíduos
<b>ERSUC</b>	Empresa de Resíduos Sólidos Urbanos do Centro
<b>ESAC</b>	Escola Superior Agrária de Coimbra
<b>IVA</b>	Imposto sobre o Valor Acrescentado
<b>PAYT</b>	<i>Pay-As-You-Throw</i>
<b>MAOTDR</b>	Ministério do Ambiente do Ordenamento do Território e Desenvolvimento Regional
<b>MIRR</b>	Mapa Integrado de Registo de Resíduos
<b>NUTS</b>	Nomenclatura das Unidades Territoriais para Fins Estatísticos
<b>PERSU II</b>	Plano Estratégico para os Resíduos Sólidos Urbanos II
<b>PIB</b>	Produto Interno Bruto

<b>RAP</b>	Responsabilidade Alargada do Produtor
<b>RARU</b>	Relatório Anual de Resíduos Urbanos
<b>RE</b>	Resíduos de Embalagem
<b>REA</b>	Relatório de Estado do Ambiente
<b>REE</b>	Resíduos de Equipamentos Eléctricos e Electrónicos
<b>RRULP</b>	Regulamento de Resíduos Urbanos e Limpeza Pública
<b>RU</b>	Resíduos Urbanos
<b>RUB</b>	Resíduos Urbanos Biodegradáveis
<b>SIGRE</b>	Sistema Integrado de Gestão de Resíduos de Embalagens
<b>SMA</b>	Serviços Municipalizados de Aveiro
<b>SPV</b>	Sociedade Ponto Verde
<b>SUMA</b>	Serviços Urbanos e Meio Ambiente
<b>TMB</b>	Tratamento Mecânico e Biológico
<b>UE</b>	União Europeia
<b>UF</b>	União de Freguesias

## 1. Introdução

Na sociedade actual, a crescente produção de resíduos é uma das problemáticas ambientais, bem como a consequente necessidade de encaminhar os resíduos para o tratamento mais adequado.

Apesar da gestão de resíduos ser regulada por um conjunto substancial de regulamentos, existe ainda margem para melhoria da gestão dos resíduos e de alguns fluxos específicos importantes, como é o caso dos bio-resíduos. Os bio-resíduos incluem os resíduos biodegradáveis dos jardins e parques (resíduos verdes), os resíduos de comida e de cozinha (de restaurantes, casas, cantinas e retalhistas) e resíduos similares de unidades de transformação de alimentos (Comissão das Comunidades Europeias, 2008)

Para que a gestão de resíduos seja feita correctamente, esta deve obedecer a uma hierarquia de princípios, sendo que o primeiro e o mais importante princípio é o da prevenção, que induz a uma redução da produção de resíduos, através do princípio da responsabilização do produtor de resíduos. A seguir encontra-se a reutilização, reciclagem e valorização, surgindo em último e apenas quando nenhuma das anteriores opções for possível, os processos de eliminação com a deposição em aterro sanitário e incineração (Castanheiro, Ferreira, & Lopes, 2004; Comissão das Comunidades Europeias, 2008).

Na União Europeia (UE) os RU produzidos correspondem a cerca de 10% da totalidade dos resíduos produzidos, sendo que a maior percentagem corresponde aos resíduos minerais e sólidos, onde não estão incluídos os resíduos de combustão com 62% (Eurostat, 2014). Contudo, é importante realizar uma gestão adequada a este tipo de resíduos devido à sua elevada dimensão política por causa do seu carácter complexo, devido à sua composição, à sua distribuição entre as diversas fontes dos resíduos e ligação com os padrões de consumo. Em Portugal Continental, segundo o relatório de estado de ambiente de 2013, foram produzidos 4,528 milhões de toneladas (t) de RU. Deste valor, 85,9% corresponde aos resíduos provenientes da recolha indiferenciada e 14,1% corresponde à recolha selectiva. Da totalidade dos resíduos urbanos produzidos estes foram sujeitos às seguintes operações de gestão: valorização orgânica (15,7%), valorização multimaterial

(12,5%), incineração (18,2%) e deposição em aterro sanitário (53,6%). Da quantidade total de RU produzidos, 2,468 milhões de toneladas (54,5%) correspondem a Resíduos Urbanos Biodegradáveis (RUB). Dos resíduos biodegradáveis produzidos, 19,9% foi incinerado, 15,0% foi valorizado organicamente, 6,0% foi reciclado (papel/cartão) e 59,1% foi encaminhado para aterro (Dias, *et al.*, 2014). Relativamente à caracterização física média dos resíduos urbanos produzidos em Portugal Continental esta apresenta a seguinte composição: bio-resíduos (38,6%), papel/cartão (12,9%), resíduos finos <20mm> (10,8%), plástico (10,3%) e entre outros resíduos com menores percentagens (Silva, Mateus, Marçal, Ricardo, & Pires, 2013).

No seguimento dos dados apresentados no parágrafo anterior, verifica-se que os resíduos urbanos possuem na sua composição diversos resíduos, com diferentes propriedades e perigosidade, que vão variando de fonte para fonte.

Actualmente, a quantificação e a caracterização física média dos resíduos urbanos são ferramentas importantes no âmbito de uma gestão integrada dos RU. A quantificação permite estimar a quantidade, em peso, de resíduos urbanos produzidos e a caracterização destina-se a estimar os valores médios de massa volúmica e de composição física média dos resíduos recolhidos, anualmente num município. Os dados obtidos na caracterização física média dos RU constitui uma ferramenta muito importante para efeitos de planeamento, aquando da elaboração de planos, da determinação de objectivos de gestão, da definição e dimensionamento de infra-estruturas e circuitos específicos de recolha, na avaliação de resultados e na demonstração do cumprimento de metas e de desempenho ambiental (Martinho & Gonçalves, 2000).

De entre todas as categorias de resíduos urbanos, a gestão de resíduos urbanos biodegradáveis é um dos temas mais abordados pelas estratégias de gestão na União Europeia e em Portugal. Os resíduos urbanos biodegradáveis são constituídos por bio-resíduos, resíduos verdes, papel/cartão e lamas de depuração, apresentando um grande potencial de valorização orgânica, através da digestão anaeróbia ou compostagem. Estes resíduos têm origem em diversos sectores da actividade humana, desde o sector doméstico, o comércio, a restauração, a indústria agro-alimentar, as estações de tratamento de águas residuais, as explorações agro-



pecuárias, jardins e parques (Castanheiro, Ferreira, & Lopes, 2004; Comissão das Comunidades Europeias, 2008).

De modo a combater os inconvenientes de uma incorrecta gestão deste tipo de resíduos, e conscientes das implicações associadas à deposição de resíduos biodegradáveis em aterros sanitários, foi criada uma directiva europeia (Directiva Aterros) onde são estabelecidas metas de redução da deposição de resíduos urbanos biodegradáveis em aterro, posteriormente foi transposta para a legislação nacional. Neste sentido e com intuito de serem cumpridas as metas impostas pela UE foi aprovado do Plano Estratégico para os Resíduos Sólidos Urbanos para o horizonte de 2007 - 2016 (PERSU II), que tem como objectivos, a consolidação da hierarquia de gestão, a valorização dos resíduos, a aposta na prevenção da produção de RU, na eliminação gradual da deposição directa de RU em aterro, nomeadamente com o desvio dos RUB, através da sua valorização e no incentivo à reciclagem (Correia, 2007).

Este plano estratégico em relação aos sistemas tarifários aplicados em Portugal, refere uma *“preocupação quanto ao facto de não existir implementado um sistema generalizado de colecta de receitas por parte das autarquias junto do cidadão que permita a recuperação da totalidade dos custos com a prestação do serviço de gestão de RU”* (Correia, 2007).

Segundo um estudo apresentado por Levy J. Q., (2007) que vem apoiar o que foi dito em cima, em Portugal as autarquias suportam um défice tarifário anual médio de cerca de 76,9% do custo dos serviços de gestão dos resíduos urbanos (recolha, transporte, transferência, tratamento e eliminação dos resíduos) existindo a necessidade de recorrer a outros meios financeiros para suportar a diferença entre os custos e as receitas. Neste sentido, a introdução de um sistema tarifário *“Pay-As-You-Throw”* (PAYT) baseado na quantidade de resíduos indiferenciados produzidos por cada município ou estabelecimento, pode tornar-se numa medida eficaz no combate ao défice tarifário que é suportado pelas autarquias e ao cumprimento das metas da política de gestão de resíduos. Tornando-se numa medida de incentivo à separação na origem dos resíduos, como é o caso dos bio-resíduos, papel/cartão, plástico, vidro entre outros, levando assim ao aumento das taxas de reciclagem e à redução da deposição de resíduos em aterro sanitário (Correia, 2007).

## 1.1. Âmbito e Objectivos

Para a introdução de um sistema tarifário do tipo PAYT é necessário em primeiro lugar ter presente uma caracterização dos resíduos urbanos na zona do tarifário.

A implementação de um tarifário PAYT pode ser feita em diferentes etapas e uma estratégia possível será começar por um determinado sector. Assim este trabalho focou o sector dos resíduos urbanos biodegradáveis, mais especificamente os gerados na restauração. Os dados anteriores sobre este sector (Machado, *et al.*, 2009) indicam em termos gerais as quantidades produzidas por estabelecimento e massa volúmica aparente, obtida com base numa única medição. Contudo, existe ainda a necessidade de obter dados adicionais e mais concretos sobre a caracterização física dos RU indiferenciados e selectivos produzidos no sector da restauração nomeadamente, quanto à quantidade e tipo de RU produzidos, a relação entre a quantidade de resíduos indiferenciados e selectivos e o número de refeições produzidas diariamente por cada restaurante. Estes dados são essenciais na definição de uma estratégia de implementação do tarifário PAYT específica para o sector da restauração.

Os objectivos deste trabalho enquadram-se na necessidade específica identificada acima e são os seguintes:

- Quantificar os RU, indiferenciados e selectivos, produzidos nos restaurantes durante os diferentes períodos de refeição (almoço e jantar);
- Caracterizar fisicamente os RU, indiferenciados e selectivos gerados, composição física média, composição gravimétrica e massa volúmica (bio-resíduos);
- Analisar a viabilidade de implementação de um sistema tarifário PAYT nos restaurantes na UF da Glória e Vera Cruz em Aveiro, através de uma análise comparativa da quantidade de resíduos indiferenciados produzidos por cada restaurante e o que pagam pelo serviço de gestão de RU e perceber se as tarifas pagas por estes restaurantes suporta todos os custos que a autarquia de Aveiro tem com a gestão dos RU de cada estabelecimento;
- Fornecer uma visão sobre a viabilidade de implementação de uma recolha selectiva dos resíduos provenientes deste sector em específico dos bio-

resíduos, da aplicação de um sistema tarifário e discutir as limitações e as soluções que podem ser adoptadas para otimizar o actual sistema de gestão de RU com base nos resultados obtidos.

Este trabalho enquadra-se no âmbito do estágio profissionalizante do Mestrado em Gestão Ambiental (MGA), da Escola Superior Agrária de Coimbra (ESAC) em parceria com os Serviços Municipalizados de Aveiro (SMA) e a Câmara Municipal de Aveiro – Departamento de Gestão de Resíduos Urbanos e Limpeza Pública, o presente estágio foi realizado nas instalações da ESAC.

## **1.2. Organização da Dissertação**

Com o intuito de cumprir os objectivos descritos anteriormente, esta dissertação encontra-se estruturada em 6 capítulos principais:

**Capítulo 1** - Introdução, neste primeiro capítulo é feita uma introdução ao tema em discussão onde estão apresentados os objectivos do trabalho e a organização da dissertação.

**Capítulo 2** - Revisão bibliográfica, este capítulo é dedicado à temática abordada, nomeadamente com o levantamento das principais legislações nacionais e comunitárias em relação à temática dos resíduos, metodologia de caracterização dos resíduos, actuais destinos finais dos RU, descrição dos sistemas de recolha indiferenciada e selectiva de bio-resíduos (com exemplos de circuitos recolha selectiva), valorização orgânica e enquadramento da situação dos RU na Europa e em Portugal. Neste capítulo também é abordado os actuais sistemas tarifários aplicados em Portugal, os modelos de sistemas tarifários PAYT e exemplos de casos de estudo em Portugal e na Europa de sistemas PAYT.

**Capítulo 3** - Neste capítulo é apresentado o estudo caso na UF da Glória e Vera Cruz em Aveiro, enquadramento da situação dos RU no município de Aveiro, a localização dos restaurantes que participaram neste trabalho e as razões que levaram a seleccionar estes estabelecimentos. Neste capítulo é também apresentada a metodologia de trabalho desenvolvida e os materiais e equipamentos utilizados.

**Capítulo 4** - Neste capítulo são apresentados e discutidos os resultados obtidos através na campanha de caracterização dos RU recolhidos restaurantes.

**Capítulo 5** - Neste capítulo é apresenta a conclusão ao trabalho desenvolvido e recomendações para trabalhos futuros.

São apresentadas no final deste trabalho as referências bibliográficas consultadas, a qual serviu de suporte teórico e metodológico para este trabalho e os anexos.

## 2. Revisão Bibliográfica

### 2.1. Enquadramento legal Europeu e Nacional

Devido à problemática dos resíduos e tudo o que envolve a sua gestão, ao longo dos últimos anos têm vindo a ser elaboradas e postas em vigor leis específicas, que os países ou municípios se comprometem a cumprir, com o objectivo de implementar boas práticas ambientais no que se refere à gestão dos resíduos orgânicos, embalagens, visando a sua redução, valorização e reciclagem, tendo em conta a aplicação de incentivos económicos como é o caso do sistema *Pay-As-You-Throw* e a criação de circuitos específicos de recolha de bio-resíduos, com o objectivo de produzir um composto de alta qualidade passível de ser utilizado na agricultura (Correia, 2007).

A estratégia de gestão de resíduos urbanos em Portugal está determinantemente condicionada pelo cumprimento de objectivos comunitários, designadamente, os emanados pela Directiva Aterro e Directiva Embalagens, transpostas para a ordem jurídica nacional, tal como é referido em seguida, como as perspectivas de cumprimento das suas metas.

Em Portugal, como nos restantes países da União Europeia, encontra-se em vigor a Directiva europeia 1999/31/CE, do Conselho de 26 de Abril de 1999, relativa à deposição de resíduos em aterros sanitários (Directiva Aterros), que foi transposta para legislação nacional pelo Decreto-Lei (DL) n.º 152/2002, de 23 de Maio. Esta Directiva estabeleceu metas e princípios orientadores que têm as seguintes directrizes: (i) - redução na fonte – com a intervenção ao nível dos processos de fabrico e compostagem em pequena escala; (ii) - recolha selectiva da matéria orgânica e de papel/cartão – “porta-a-porta”, em ecopontos/ecocentros, com pré-tratamento mecânico e a (iii) - valorização orgânica – por processos aeróbios (Compostagem), processos anaeróbios (Digestão Anaeróbia) da fracção orgânica e com pré-tratamento mecânico (Reciclagem). A Directiva em questão também inclui medidas para reduzir a quantidade de Resíduos Urbanos Biodegradáveis com destino os aterros, permitindo a redução dos impactes ambientais causados pela sua degradação. Assim foram definidas as metas relativamente aos RUB admissíveis em aterro sanitário, até 2006, 2009 e 2016 de, respectivamente 75%,

50% e 35% da quantidade total destes resíduos produzidos em relação ao ano de 1995 (Correia, 2007).

Em consequência no cumprimento destas metas, em Julho de 2003, foi aprovada a Estratégia Nacional para a Redução de Resíduos Urbanos Biodegradáveis destinados aos Aterros (ENRRUBDA). Surge também, o Plano Estratégico para os Resíduos Sólidos Urbanos (PERSU II) (2007 – 2016), publicado pelo Ministério do Ambiente do Ordenamento do Território e Desenvolvimento Regional (MAOTDR), em ambos é realizada uma reflexão sobre a estratégia aplicada para o desvio dos RUB dos aterros, de forma a que sejam cumpridas estritamente as metas previstas (Correia, 2007). Em 2009, surgiu o Decreto-Lei n.º 183/2009, de 10 de Agosto de 2009, que estabelece o regime jurídico da deposição dos resíduos em aterro que veio revogar o DL n.º 152/2002. Com este novo decreto-lei existiu a necessidade da recalendarização das metas de desvio de RUB de aterro (Decreto-Lei n.º 183/2009 de 10 de Agosto):

- a) Para 2013, os RUB destinados a aterro devem ser reduzidos para 50% da quantidade total, em peso, dos RUB produzidos em 1995;
- b) Para 2020, os RUB destinados a aterro devem ser reduzidos para 35% da quantidade total, em peso, dos RUB produzidos em 1995.

O cumprimento destas metas passa por uma estratégia de procurar iniciar ou incrementar uma recolha selectiva dos RUB, com intuito da sua valorização orgânica, isto pode passar pela aplicação de legislação específica neste domínio (como é o caso dos resíduos de embalagens), a curto prazo. Ao fomentar a recolha selectiva dos RUB em específico dos bio-resíduos, estará a garantir a promoção de um composto orgânico de alta qualidade (Correia, 2007).

A necessidade de assegurar o cumprimento dos objectivos de reciclagem e valorização, resultantes das Directivas 94/62/CE, do Parlamento e do Conselho, de 20 de Dezembro e 2004/12/CE, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 11 de Fevereiro, (Directiva Embalagens), relativas à gestão de Embalagens e Resíduos de Embalagens (RE), transpostas para o direito nacional pelos, Decreto-Lei n.º 366-A/97, de 20 de Dezembro de 1997, Decreto-Lei n.º 162/2000, de 27 de Julho de 2000 e o Decreto-Lei n.º 92/2006, de 25 de Maio de 2006, foram estabelecidos os

princípios e as normas de aplicáveis à gestão de embalagens e resíduos de embalagens (Correia, 2007).

A Directiva 2004/12/CE veio clarificar as metas em relação à quantidade de embalagens e resíduos de embalagens valorizados e reciclados previstos na directiva anterior. As metas para a valorização e reciclagem de resíduos de embalagem propostas, devem ser cumpridas até dia 31 de Dezembro de 2011, com a valorização ou incineração com recuperação de energia em, pelo menos, 60% em peso dos RE e a reciclagem dos resíduos de embalagens entre, os 55% e os 80% em peso dos RE. São propostas metas sectoriais mínimas de reciclagem para os materiais contidos nos resíduos de embalagens, nomeadamente: de 60% para RE de papel/cartão e vidro, 50% para o metal, 22,5% para o plástico e 15% para a madeira (Decreto-Lei n.º 92/2006, de 25 de Maio de 2006).

As embalagens e resíduos de embalagem constituem um fluxo específico dos resíduos e transversais a todas as origens, o modelo de gestão está inserido no âmbito da aplicação do conceito da Responsabilidade Alargada do Produtor (RAP), em que a responsabilidade é do produtor dos bens, mas na sua grande parte cabe a responsabilidade às entidades gestoras, mas havendo a possibilidade da gestão ficar a título individual (Dias, *et al.*, 2014).

O plano estratégico (PERSU II) no capítulo - Reforço dos sistemas ao nível de infra-estruturas e equipamentos, foca várias linhas de actuação no sentido de cumprir as metas estabelecidas pelas Directivas Aterros e Embalagens, destacando-se: *“Reforço das redes de recolha selectiva multimaterial”, “Reforço da Valorização Orgânica de RUB recolhidos selectivamente” e “Implementação do Tratamento Mecânico e Biológico (TMB)”*. Ainda neste capítulo destaca-se uma linha de actuação que vai de encontro de um dos objectivos desta dissertação (quantificação e caracterização física dos RU, indiferenciados e selectivos, provenientes dos restaurantes) que refere a necessidade de estabelecer *“um novo procedimento metodológico para a amostragem e caracterização dos RU, fracções indiferenciada e provenientes da recolha selectiva”* (Correia, 2007).

Com aprovação do PERSU II, que define várias medidas importantes para metodologia de caracterização e quantificação dos resíduos urbanos em Portugal, permitindo assim assegurar a disponibilização de informação estatística necessária

para o cumprimento das metas a nível nacional e comunitário e a Directiva 2008/98/CE, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 19 de Novembro que salienta a importância de *“aprofundar o conhecimento e caracterização dos resíduos com vista à avaliação do seu potencial de reciclagem, no sentido de atingir as metas preconizadas.”*. Foi neste sentido, aprovada na legislação nacional a Portaria n.º 851/2009 de 7 de Agosto, que *“estabelece as normas técnicas relativas à caracterização de resíduos urbanos, designadamente a identificação e quantificação dos resíduos correspondentes à fracção caracterizada como reciclável”*.

O PERSU II, em relação aos sistemas tarifários aplicados em Portugal, menciona um insuficiente grau de recuperação de custos por via tarifária na grande generalidade das autarquias, como é transcrito em seguida (Correia, 2007):

- *“Não está implementado um sistema generalizado de colecta de receitas por parte das autarquias junto do cidadão que permita a recuperação da totalidade dos custos incorridos com a prestação do serviço”*.
- *“As tarifas suportadas pelos municípios em Portugal Continental assumem grande variabilidade, quer na sua forma de indexação, quer nos montantes cobrados, mas, de uma forma geral, estão desadaptadas das reais necessidades, em termos de custos, não suportando os custos reais associados à gestão dos RU”*.
- *“A evolução do sector implica a alteração desta situação e aplicação ao cidadão das tarifas justas e necessárias para a adequada prestação do serviço e para a respectiva sustentabilidade financeira”*.

Assim sendo, no que refere a este tema, o plano estratégico no capítulo - Sustentabilidade dos sistemas de gestão de RU, menciona várias linhas de actuação em relação à introdução de sistemas mais sustentáveis economicamente, destas destaca-se a necessidade de *“Realização de um estudo técnico, económico e social, acompanhado de experiências piloto, para a implementação de sistemas de deposição de resíduos que permitam a sua quantificação e pagamento em função do volume ou peso dos resíduos que se produz, frequência da recolha ou grau de utilização dos contentores de RU indiferenciados; os resultados destes estudos e experiencias serão pois elementos fundamentais de apoio à decisão no domínio da*



*adaptação de tarifários em função dos resíduos produzidos, ou seja, do princípio do PAYT” (Correia, 2007).*

O PERSU II defende a necessidade de introdução de novos sistemas de tarifação de forma a substituir os tarifários que existem actualmente, como é o caso do sistema tarifário *Pay-As-You-Throw*, fazendo assim valer o princípio do poluidor-pagador como um instrumento de prevenção através do recurso a um sistema diferenciado da tarifação consoante a produção e o destino dos resíduos, estimulando assim para a redução dos resíduos produzidos, incentivando ao aumento da reciclagem e reduzindo os custos e encargos para as famílias dos sistemas tarifários aplicados para a gestão dos resíduos, (Correia, 2007).

## **2.2. Metodologia de caracterização de RU**

Com a crescente produção e cada vez mais diversificada de resíduos, torna-se importante caracterizar e quantificar os resíduos produzidos, permitindo assim ficar a conhecer a composição física média dos resíduos, resultante das diversas actividades diárias da população. Um processo de caracterização difere de situação para situação, dos objectivos pretendidos, depende das soluções de tratamento utilizadas e do enquadramento legal em vigor.

Assim sendo, para o planeamento de uma campanha de quantificação e caracterização de RU deve-se definir (Levy & Cabeças, 2006):

- Uma zona de estudo;
- Um método de recolha de amostras de forma a garantir a representatividade dos resultados;
- Número de amostras a recolher;
- Uma calendarização para a campanha (datas e horas de recolha das amostras);
- Os parâmetros a determinar;
- E os meios necessários (financeiros, humanos e materiais).

Em Portugal, a caracterização física dos RU existe desde 1989, com a introdução da metodologia DGQA (Direcção Geral da Qualidade do Ambiente). Esta metodologia foi desenvolvida para campanhas de quantificação e caracterização de resíduos

urbanos a implementar pelos municípios, tendo como objectivo obter dados uniformizados para preenchimento do mapa de resíduos sólidos urbanos, actualmente designado de Mapa Integrado de Registo de Resíduos (MIRR). A metodologia em questão assenta num processo de amostragem baseada na tipologia dos circuitos de recolha realizados pelos municípios, o que permite juntar os circuitos de recolha que têm as mesmas características e dentro destes grupos escolher os circuitos com maior grau de representatividade, nos quais incide a amostragem. Podendo perspectivar-se uma homogeneidade das características dos resíduos provenientes de circuitos do mesmo tipo (Levy & Cabeças, 2006).

Mas com a evolução da gestão dos resíduos urbanos e com a criação dos sistemas multimunicipais e intermunicipais para a valorização e destino final dos resíduos, bem como o crescimento das recolhas dos resíduos selectivamente, fez com que aplicação da metodologia DGQA ficasse desactualizada, ficando desadequada ao novo conceito e práticas de gestão integrada de resíduos urbanos (GRU, 2014).

Então com a aprovação do plano estratégico para os resíduos urbanos (PERSU II), foi publicada uma metodologia (Anexo II do plano) que estabeleceu várias directrizes importantes para definição do processo de quantificação e caracterização dos resíduos urbanos indiferenciados e selectivos. Mas com o aparecimento da Directiva 2008/98/CE, do Parlamento Europeu e do Conselho, foram estabelecidas várias metas de reciclagem dos resíduos urbanos para os países da União Europeia, neste sentido tornou-se importante aprofundar o conhecimento e caracterização dos resíduos com o objectivo de perceber os seu potencial de reciclagem e assim cumprir as metas estabelecidas.

Neste enquadramento, foi aprovada a Portaria n.º 851/2009 de 7 de Agosto, é actualmente o regulamento que estabelece as directrizes técnicas para a caracterização de resíduos urbanos, designadamente a identificação e quantificação dos resíduos relativamente à fracção caracterizada como reciclável, revogando assim o Anexo II do PERSU II, relativo à metodologia utilizada para quantificação e caracterização de RU.

Os resíduos urbanos que podem ser quantificados e caracterizados são os resíduos provenientes da recolha indiferenciada e selectiva (papel/cartão, vidro, plástico, metal e Resíduos Urbanos Biodegradáveis (RUB)) (Portaria n.º 851/2009 de 7 de Agosto, 2009).

## **2.3. Tipos de recolha de RU**

A gestão dos resíduos urbanos e todos os problemas que a envolvem começa na sua produção. Apesar de as pessoas serem incentivadas a reduzir e reutilizar na fonte, a sua eliminação é impossível. Uma vez produzidos os resíduos, estes têm de ser depositados, recolhidos e transportados para o local onde serão processados, tratados, valorizados ou depositados em aterro.

Na gestão integrada dos resíduos urbanos, os sistemas de recolha e transporte, têm uma importância fundamental, devido aos seguintes factores (Martinho & Gonçalves, 2000):

- O sistema de recolha de RU é a componente mais dispendiosa do sistema de gestão de RU, por isso é importante investir em recolhas selectivas para reduzir os custos da recolha indiferenciada e permitir a maximização da valorização dos resíduos;
- Representa a interface entre o sistema e o utente;
- Actualmente, a adopção de estratégias integradas de recolha, trouxe a este sistema uma maior complexidade técnica, económica, social e ambiental;
- É um sistema vulnerável, ao comportamento dos utentes e algum conflito que possam ocorrer entre os vários operadores;
- A eficiência dos processos de valorização e tratamento subsequentes é condicionada pela recolha e transporte de resíduos.

A recolha dos resíduos pode ser classificada consoante o tipo de resíduos recolhidos, o local de recolha, o tipo de entidade responsável pela recolha e a frequência e horário de recolha, sendo assim podem ser definidos dois tipos de recolha: indiferenciada e selectiva.

### **2.3.1. Recolha Indiferenciada**

Num sistema de recolha indiferenciada, os resíduos urbanos são recolhidos sem uma separação prévia, ou seja, são recolhidos todos misturados. Este tipo de recolha é realizada segundo um horário e circuito pré-estabelecido, com um número de frequências também pré-definidas ou variável, dependendo se meio é rural ou

urbano e das condições climáticas. A recolha pode ser porta-a-porta, ou seja, os cantoneiros recolhem os contentores ou sacos, colocados à porta ou passeio de cada habitação ou prédio, ou colectiva, em que os resíduos são recolhidos em contentores de deposição comum localizados em pontos estratégicos na via pública ou em contentores que servem mais do que uma unidade residencial (habitações ou prédios) (Martinho & Gonçalves, 2000).

Depois de recolhidos, estes resíduos são encaminhados directamente para o aterro sanitário, ou em caso de existirem infra-estruturas adequadas, como é o caso de uma unidade de Tratamento Mecânico e Biológico (TMB), os resíduos são submetidos a uma série de processos de tratamento mecânico e biológico, permitindo assim realizar a separação dos RU por fluxos diferenciados, de modo a maximizar a recuperação de resíduos recicláveis (papel/cartão, plástico, metais ferrosos e não ferrosos, vidro) e valorizáveis (matéria orgânica), diminuindo assim a deposição em aterro (ERSUC, 2013).

Apesar dos resíduos recolhidos indiferenciadamente poderem ser valorizados, o nível de contaminação dos resíduos recicláveis é o principal inconveniente, o que lhes dá um valor comercial mais baixo ou mesmo inaceitável para as indústrias de reciclagem (Martinho & Gonçalves, 2000).

### **2.3.2. Recolha Selectiva**

Segundo a Direcção-Geral do Ambiente os sistemas mais eficazes são aqueles que incluem circuitos de recolha selectiva.

A recolha selectiva visa a separação na fonte de uma ou mais categorias de resíduos (bio-resíduos, papel/cartão, plástico, metal, vidro, Resíduos de Equipamentos Eléctricos e Electrónicos (REEE), resíduos verdes, entre outros), que pode ser seguida ou não de uma nova separação em estações de triagem.

Os objectivos deste tipo de recolha passam por: aumentar a quantidade e qualidade dos resíduos recicláveis, reduzir dos resíduos encaminhados para aterro sanitário e a redução do impacto negativo que é causado pela remoção dos resíduos potencialmente perigosos, como são as baterias ou os resíduos de equipamentos eléctricos e electrónicos (Martinho & Gonçalves, 2000).

### **2.3.2.1. Recolha selectiva de bio-resíduos**

O crescente aumento da produção de resíduos, e a consequente necessidade de os tratar convenientemente, em específico no que se refere aos resíduos biodegradáveis é uma das principais preocupações ambientais na actualidade. Este tipo de resíduos quando depositados em aterro sanitário provoca impactes negativos no meio ambiente (Castanheiro, Ferreira, & Lopes, 2004). Os bio-resíduos podem ser transformados em composto orgânico em casa, em instalações comunitárias ou em unidades centrais (Centrais de compostagem ou Unidades de Tratamento Mecânico e Biológico) (Direcção-Geral do Ambiente, 2000).

Por bio-resíduos entende-se *“os biodegradáveis de jardins e parques, os resíduos alimentares e de cozinha das habitações, dos restaurantes, das unidades de catering e retalhistas e resíduos similares das unidades de transformação de alimentos. Esta definição não inclui os produtos residuais silvícolas e agrícolas, o estrume, as lamas de depuração nem outros resíduos biodegradáveis como os têxteis naturais, o papel ou madeira transformada. Exclui também os subprodutos da produção alimentar que nunca se transformaram em Resíduos”* (Livro Verde, 2008).

O sucesso da reciclagem orgânica dos bio-resíduos está principalmente na sua correcta separação na fonte, apesar de ser possível extrair a fracção orgânica a partir dos resíduos indiferenciados, este esforço torna o processo mais demorado e origina um composto final com uma qualidade inferior, devido à diversidade dos RU e da fonte de produção. Por isso a separação na origem associada a uma recolha selectiva permite, desviar a matéria orgânica dos aterros sanitários e da inceneração, obter um composto final de elevada qualidade (cumprindo os padrões de qualidade exigidas para a venda do produto), fácil de comercialização e aplicação como fertilizante orgânico na agricultura e jardins com todos os benefícios ambientais e económicos aí decorrentes, levando assim a um decréscimo do uso de fertilizantes químicos (Direcção-Geral do Ambiente, 2000; Comissão das Comunidades Europeias, 2008).

Outros aspectos positivos da separação dos bio-resíduos é a sensibilização para a problemática da produção de resíduos, o desenvolvimento de um sentido de responsabilidade para com a produção de resíduos e um incentivo de mudança para

hábitos mais correctos, nomeadamente ao aumento da reciclagem. No entanto, para que um sistema de recolha funcione bem e de uma forma eficaz, é preciso seja feita uma forte campanha de sensibilização e informação à população (Direcção-Geral do Ambiente, 2000).

Os bio-resíduos podem ser recolhidos selectivamente de três formas:

- **Recolha porta-a-porta:** neste tipo de recolha os munícipes apenas têm de separar de forma correcta os bio-resíduos produzidos, colocá-los nos contentores ou sacos disponibilizados e destinados para este tipo de resíduos e coloca-los à porta nos dias em que está pré-estipulado realizar a recolha.
- **Recolha em contentores comuns:** contentores que servem várias habitações e que permitem a recolha dos bio-resíduos através da deposição em separado dos resíduos urbanos indiferenciados.
- **Em ecocentros:** são instalações fechadas e vigiadas com contentores de grandes dimensões, onde os munícipes podem entregar, os bio-resíduos, os resíduos de jardins e verdes, entre outros.

Na União Europeia desde os anos 90 que em muitos países já fazem a recolha selectiva dos resíduos orgânicos (bio-resíduos, resíduos verdes e jardins) produzidos pelos grandes produtores (restaurantes, mercados, cantinas, etc.) e também domésticos. Os sistemas implementados na sua grande maioria são baseados numa recolha porta-a-porta e poucos em contentores de deposição comum localizados estrategicamente ou em ecocentros. A grande maioria dos circuitos de recolha selectiva de resíduos orgânicos implementados são domésticos, mas em alguns países existem circuitos de recolha selectiva só para grandes produtores ou que englobem os dois (doméstico e grandes produtores).

Em Portugal, temos alguns exemplos de recolha selectiva de resíduos orgânicos mas em menor número do que é feito noutros países da Europa (são apresentados casos de estudo na secção 2.6.).

## **2.4. Impactes ambientais dos actuais destinos finais dos RU**

A gestão de resíduos e em particular dos RUB é uma questão cada vez mais preocupante, devido às implicações que este tipo de resíduos tem com a sua gestão inadequada, associada à sua deposição em aterro e à falta de aproveitamento do seu potencial de valorização.

A grande maioria dos RUB (onde estão incluídos os bio-resíduos) tem como destino principal dois tipos de infra-estruturas: os aterros sanitários e as centrais de inceneração. Neste sentido e consciencializados dos problemas ambientais, associados à deposição dos resíduos biodegradáveis em aterro sanitário, foram criadas directivas europeias com metas para redução da deposição de RUB em aterro, que posteriormente foram transpostas para a legislação nacional.

### **1. Aterros Sanitários**

A deposição de resíduos nos aterros sanitários, embora seja a pior opção de acordo com a hierarquia dos resíduos, esta continua a ser o método de eliminação de RU mais utilizado em Portugal (53,6% em 2012) e na União Europeia (34% em 2012). Relativamente a outros países, as percentagens mais elevadas de RU depositados em aterro foram registadas na Roménia (99%), Malta (87%), Croácia (85%), Letónia (84%), Grécia (82%) e Espanha (63%) (Schorr & Blumenthal, 2014).

A quantificação e o tratamento dado aos RU na Europa são apresentados na secção 2.8.1.

A grande maioria dos aterros sanitários, em Portugal, apresentam taxas de ocupação muito elevadas, o que se traduz na redução do tempo de vida útil que inicialmente tinha sido programado para este tipo de infra-estruturas. Esta redução no tempo de vida de útil dos aterros deve-se, essencialmente, à deposição desnecessária de materiais passíveis de sofrerem reciclagem material ou orgânica. Os resíduos orgânicos quando depositados em aterro sanitário, entram num processo de decomposição, em condições anaeróbias, sendo responsáveis pela produção de águas lixiviantes e biogás, que têm impactos ambientais negativos e trazem problemas acrescidos na exploração desta infra-estrutura. Em relação, aos resíduos de embalagens que actualmente são objecto de reciclagem, a sua

deposição em aterro implica problemas de ocupação do espaço do aterro e numa barreira ao aumento da taxa de reciclagem (Castanheiro, Ferreira, & Lopes, 2004).

Dois dos principais gases responsáveis pelo efeito de estufa no planeta são produzidos no aterro, o biogás que é basicamente composto por metano ( $\text{CH}_4$ ) e o dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ). O biogás devido à sua natureza tem que ser extraído para o exterior através de poços de extracção construídos para o efeito, para evitar os efeitos negativos deste composto para o meio ambiente da sua libertação de forma directa para a atmosfera (Castanheiro, Ferreira, & Lopes, 2004).

As águas lixiviantes formam-se a partir da água com origem em fontes externas, tais como precipitação e escoamentos superficiais ou do resultado da decomposição dos resíduos, arrastando consigo produtos em decomposição e substâncias quimicamente activas. Se esta infra-estrutura não estiver muito bem impermeabilizada e se não existir um sistema instalado, de drenagem e captação das águas lixiviantes, obrigatório por lei, os líquidos contaminados podem atingir os cursos de água ou lençóis freáticos e conseqüentemente, provocar graves problemas de poluição da água e do solo. Neste sentido, é importante recolher as águas lixiviantes produzidas num aterro e depois encaminhá-las para uma estação de tratamento de águas residuais, para poderem sofrer um tratamento adequado e obedecerem aos valores limites estabelecidos por lei (Castanheiro, Ferreira, & Lopes, 2004).

Apesar de existirem em Portugal metas para reduzir a deposição dos resíduos com destino final o aterro sanitário, este tipo de estrutura será sempre uma solução omnipresente, quer no fim da linha para os resíduos, quer como uma estrutura de apoio indispensável a outros processos de tratamento de RU, mas também como uma solução única (Levy & Cabeças, 2006).

## **2. Incineração**

A incineração é um processo que tem várias vantagens, como é o caso da grande redução do volume de resíduos a depositar em aterro sanitário, podendo chegar aos 90%, da sua simplicidade de logística e da produção de energia da forma de electricidade ou calor. Mas este tipo de tratamento apresenta grandes problemas no que se trata de emissões de substâncias perigosas, como é o caso de emissões de



dioxinas, furanos, gases de mercúrio e ácidos produzidos durante a combustão. Do ponto de vista financeiro o processo de incineração pode ser desfavorável para alguns casos, pois para minimizar os impactos provocados pela incineração podem ser necessários avultados investimentos em tecnologias de controlo e tratamento de emissões (Castanheiro, Ferreira, & Lopes, 2004).

Apesar dos aspectos negativos que envolvem o processo de incineração e no caso de não ser possível realizar a valorização orgânica ou reciclagem dos resíduos, este processo pode desempenhar um papel importante na gestão deste tipo de resíduos e contribuir para o cumprimento das metas, relativamente à redução da deposição de RUB em aterro (Castanheiro, Ferreira, & Lopes, 2004).

## **2.5. Valorização de Resíduos Urbanos**

A valorização é uma operação que permite o reaproveitamento dos resíduos. Segundo o Decreto-Lei n.º 73/2011, de 17 de Junho, a valorização dos resíduos corresponde a *“qualquer operação, cujo resultado principal seja a transformação dos resíduos de modo a servirem um fim útil, substituindo outros materiais que, caso contrário, teriam sido utilizados para um fim específico ou preparação dos resíduos para esse fim na instalação ou conjunto da economia”*.

Os RU possuem uma constituição diversificada, uma vez que podem ser produzidos em qualquer espaço urbano, sendo gerados pela actividade humana nas diversas tarefas do seu dia-a-dia. São assim considerados RU os resíduos domésticos, produzidos pelas famílias, os resíduos gerados pelos pequenos produtores de resíduos semelhantes, mas com uma produção diária inferior a 1100 L e por grandes produtores de resíduos semelhantes com uma produção diária igual ou superior a 1100 L (Decreto-Lei n.º 73/2011 de 17 de Junho).

Nesta secção serão abordadas as operações mais comuns na gestão dos resíduos urbanos: a valorização material - reciclagem, por fileiras e fluxos e a valorização orgânica, a compostagem e digestão anaeróbia.

### **2.5.1. Valorização Material – Reciclagem**

Segundo o Decreto-Lei n.º 73/2011 de 17 de Junho, entende-se por reciclagem *“qualquer operação de valorização, incluindo o reprocessamento de materiais orgânicos, através da qual os materiais constituintes dos resíduos são novamente transformados em produtos, materiais ou substâncias para o seu fim original ou para outros fins mas que não inclui a valorização energética nem de reprocessamento em materiais que devem ser utilizados como combustível ou em operações de enchimento”*.

A reciclagem é um processo necessário na gestão integrada dos resíduos e que quando implementada tem grandes vantagens: pode gerar benefícios económicos e sociais importantes, como é o caso: das poupanças a nível de consumo de recursos ou de espaços em aterro sanitário (prolongando o tempo de vida útil), redução da poluição, aumento da eficiência de outros processos como é o caso da compostagem e possibilita aos cidadãos uma participação mais activa na melhoria da qualidade do ambiente (Martinho & Gonçalves, 2000).

A gestão integrada dos resíduos é contemplada pela existência de duas situações distintas: as fileiras de resíduos - corresponde aos materiais constituintes dos resíduos, nomeadamente, o plástico, o vidro, o papel e cartão e o metal e os fluxos de resíduos – corresponde a um tipo específico de produto que pode ser incorporado um ou mais materiais, como é o caso, das embalagens e resíduos embalagens, veículos em fim de vida, óleos usados, os acumuladores e pilhas, pneus ou solventes, equipamentos eléctricos e electrónicos e resíduos de construção e demolição (Martinho & Gonçalves, 2000).

Estes tipos de resíduos podem ser recolhidos selectivamente da seguinte forma: porta-a-porta, em ecopontos e em ecocentros, mas até a data o método mais generalizado é a recolha em ecopontos.

### 2.5.1.1. Fileiras

#### 2.5.1.1.1. Plástico

O plástico por se tratar de um material não biodegradável, de difícil eliminação e dispendiosa, constitui um problema cada vez mais preocupante para o meio ambiente, bem como a natureza dos materiais que o constituem que necessitam de uma atenção especial. Por isso a reciclagem constitui a melhor maneira de reduzir e evitar a poluição ambiental e valorizar este tipo de materiais.

Mas a existência de mais de 20 polímeros diferentes de plásticos utilizados na produção de bens de consumo, torna difícil a sua distinção e reciclagem. As embalagens e resíduos de embalagens de plásticos, para a reciclagem, apresentam todo o interesse, pois na sua grande maioria são produzidas por 6 tipos de polímeros, que quando convenientemente separados e tratados de acordo com a sua especificidade podem ser valorizados, tornando-se vantajosos ambientalmente, economicamente e socialmente (Levy & Cabeças, 2006).

Segundo Kikuchi, *et al.* (2010), os processos de reciclagem/valorização do plástico podem ser de dois tipos: físico-mecânicos e químicos:

A **reciclagem físico-mecânica** realiza-se por separação manual ou mecânica dos diferentes tipos de plásticos existentes. Este processo envolve uma série de fases até serem transformados em novos produtos, que vão desde: (i) a trituração dos resíduos; (ii) a lavagem de impurezas, a duração deste processo está dependente da contaminação dos plásticos; (iii) a centrifugação, que faz a separações dos plásticos existentes; (iv) a secagem, através da injeção de ar quente; (v) a aglomeração, neste processo o material é cortado por lâminas e depois é aglomerado por fusão, em que o aquecimento é feito de uma forma gradual; (vi) a extrusão, onde o material é sujeito a altas temperaturas em quanto percorre um parafuso para se obter um produto homogéneo; (vii) o arrefecimento, do material em água; (viii) a granulação, onde os materiais são cortados em pequenos grãos e (viii) o empacotamento. Depois de realizados todos estes processos, os grãos de plástico gerados são encaminhados para outras unidades industriais, onde são utilizados no fabrico de novos objectos (Kikuchi, *et al.*, 2010).

Este processo de reciclagem utiliza uma mistura de plásticos, obtendo-se produtos que podem competir e serem utilizados em substituição da madeira, do cimento ou mesmo em alguns casos de metais (Kikuchi, *et al.*, 2010).

A **reciclagem química** consiste na quebra da estrutura polimérica dos plásticos, até chegar à matéria-prima, que depois pode ser reutilizada na produção de novos plásticos. Este processo requer tecnologia mais sofisticada, o que leva à necessidade de um maior investimento, em relação à reciclagem físico-mecânica mas apresenta-se como uma técnica mais viável ambientalmente. Ao longo dos anos têm sido desenvolvidas várias tecnologias neste campo, como é o caso da hidrogenação, onde as correntes polímeras são quebradas através do tratamento por hidrogénio e calor; a gaseificação, onde os plásticos são aquecidos com ar ou oxigénio e a pirólise, neste processo as moléculas são aquecidas em vácuo. Este tipo de reciclagem origina produtos que podem ser comparáveis aos produzidos com polímeros virgens (Martinho & Gonçalves, 2000).

Em suma, a reciclagem do plástico tem várias vantagens:

- Poupança de matérias-primas não renováveis, como é o caso do petróleo;
- Redução dos consumos de energia durante o fabrico objectos plásticos;
- Permite aumentar o tempo de vida das embalagens;
- Redução dos custos com a recolha e transporte de RU.

#### **2.5.1.1.2. Papel e Cartão**

A celulose é a componente principal na indústria do papel e cartão. Para produzir papel e cartão são necessárias grandes quantidades de recursos naturais, principalmente água, madeira e energia e de matérias-primas (palhas de cereais e algodão). Também são usados outros materiais como resinas e colas, sais de alumínio, carbonato de sódio e corantes durante a produção do papel e cartão e que são introduzidas nas grandes quantidades de águas residuais que podem contaminar cursos de água, causando impactos negativos no ambiente (Martinho & Gonçalves, 2000).

O papel e cartão representam cerca de 12,5% da composição física média dos RU produzidos, sendo a segunda fileira mais representativa (Silva, Mateus, Marçal,

Ricardo, & Pires, 2013). A sua reciclagem torna-se num processo muito importante, a nível ambiental, económico e tecnológico.

Assim sendo, a produção de papel a partir de papel reciclado é um processo diferente do utilizado com fibras virgens, mas mais simples e muito benéfico em termos económicos e ambientais, promovendo a poupança de recursos nomeadamente, energia, água e madeira (Martinho & Gonçalves, 2000). Por isso, a reciclagem do papel traz grandes vantagens, nomeadamente: permite desviar os resíduos da recolha indiferenciada; permite poupar entre 15 a 20 árvores; a produção de papel reciclado, permite poupar na quantidade de água equivalente ao consumo diário de mil pessoas (precisa entre 50 a 200 vezes menos água); permite poupar no consumo de energia (entre 2 a 3 vezes menos) e reduz nas emissões de gases para atmosfera e de descargas nos recursos hídricos durante o processo de papel (Levy & Cabeças, 2006).

Sendo que, a maioria do papel e cartão recolhido nos contentores é de baixa qualidade. Além disto existem, vários tipos de papel que não podem ser reciclados como é o caso, papel plastificado, betuminoso e papel com muita tinta (revistas). A recolha selectiva porta-a-porta melhora em muito a qualidade do produto, pois ao fazer-se a separação em casa, este resíduo não é contaminado com os restantes resíduos ao contrário da actual da recolha deste tipo de resíduos em ecopontos (Levy & Cabeças, 2006).

#### **2.5.1.1.3. Vidro**

A produção de vidro resulta da fusão a elevadas temperaturas de areia (com função vitrificante) e de outras matérias-primas (carbonato de cálcio, sulfato de sódio, magnésio e alumina). Todo este processo requer grandes consumos de energia (Levy & Cabeças, 2006).

Neste sentido, a reciclagem do vidro torna-se num processo simples e vantajoso. Neste processo o vidro reciclado (designado de casco) é fragmentado, limpo de contaminantes e depois é introduzido num forno com uma pequena percentagem de matéria-prima base. A percentagem de casco introduzida é variável, uma vez que depende do tipo de embalagem de vidro que se pretende produzir. Mas a sua

introdução nos fornos tem grandes vantagens, pois o vidro reciclado liquefaz-se a temperaturas mais baixas relativamente às matérias-primas virgens, permitindo assim uma poupança significativa de energia e de matérias-primas utilizadas. A reciclagem do vidro tem outras vantagens, nomeadamente permite desviar este tipo de resíduo da deposição em aterro, permite evitar a presença de vidro em processos de compostagem, pois a sua presença faz produzir um composto de baixa qualidade e no processo inceneração o vidro não sendo combustível prejudica o rendimento do processo (Martinho & Gonçalves, 2000).

Através de uma tonelada de vidro reciclado é possível produzir uma tonelada de vidro novo, ou seja, trata-se de um processo rentável para a indústria do vidro (Levy & Cabeças, 2006).

Com as campanhas de sensibilização da população para separar o vidro, a quantidade deste material recolhido selectivamente tem vindo a aumentar, apesar disso a meta proposta no PERSU II em relação à meta de reciclagem do vidro (60%), não foi atingida, tem ficado em 2012 nos 57,1% (valor inferior a 2011, 59,7%) (Dias, *et al.*, 2014).

#### **2.5.1.1.4. Metal**

A percentagem dos metais na composição física dos RU, em Portugal, é cerca 1,8% (Silva, Mateus, Marçal, Ricardo, & Pires, 2013). Os metais podem dividir-se em: Metais Ferrosos (ferro e aço) e os Metais não Ferrosos (alumínio, chumbo, níquel, zinco, cobre e estanho).

Os metais ferrosos podem ser comercializados por sucateiros, que depois de retirarem as peças que podem ser reutilizadas, compactam e enviam para as indústrias transformadoras. Os metais não ferrosos na sua grande maioria, quase todos podem ser reciclados se não tiverem borracha, plásticos e têxteis (Kikuchi, *et al.*, 2010).

O processo de reciclagem do aço incorpora basicamente a sucata na produção de aço de uma siderurgia. As latas de aço são fragmentadas em pequenos pedaços homogéneos, para evitar a contaminação devido à erosão da superfície da lata (ferrugem) que provoca o desaparecimento do seu revestimento. Depois de

fragmentado, o aço é colocado dentro de um forno eléctrico ou a oxigénio, onde são fundidos. Quando este chega a um estado líquido, o material é moldado em placas metálicas que depois são cortados em forma de chapas de aço (Kikuchi, *et al.*, 2010).

### **2.5.1.2. Fluxos**

Os fluxos de resíduos, são resíduos para qual existe legislação comunitária e nacional específica, com intuito de dar um tratamento diferenciado, quer seja pelo seu volume ou pela sua perigosidade. Sendo assim destacam-se, as embalagens e resíduos de embalagens, óleos usados, pneus usados, resíduos de construção e demolição, veículos de fim de vida, os acumuladores e pilhas e os resíduos de equipamentos eléctricos e electrónicos.

Dos resíduos mencionados no parágrafo anteriormente, apenas vai ser abordada a reciclagem de embalagens e resíduos de embalagens, dada à importância destes resíduos para este trabalho, para a gestão integrada dos resíduos urbanos e por ser a sua valorização uma das metas do PERSU II.

#### **2.5.1.2.1. Embalagens e Resíduos de Embalagens**

O Decreto-Lei n.º 366-A/97 de 20 de Dezembro de 1997, define Embalagens como *“todos e quaisquer produtos feitos de materiais de qualquer natureza utilizados para correr, proteger, movimentar, manusear, entregar e apresentar mercadorias, tanto matérias-primas como produtos transformados, desde o produtor ao utilizador ou consumidor, incluindo todos os artigos «descartáveis» utilizados para os mesmos fins.”* Ainda dentro do mesmo decreto-lei, é definido que Resíduos de Embalagem *“qualquer embalagem ou material de embalagem abrangido pela definição de resíduo adoptada na legislação em vigor aplicável nesta matéria, excluindo os resíduos de produção”*.

As embalagens e resíduos de embalagens resumem-se ao, vidro, papel e cartão, plástico, madeira e metal. Como são um fluxo específico de resíduos, foram estabelecidas metas de reciclagem através da recolha selectiva e valorização para estes tipos de resíduos de embalagens no PERSU II. Na secção 2.8.2.2. são

apresentados dados sobre as metas propostas e alcançadas por Portugal, relativamente à reciclagem e valorização dos resíduos de embalagens.

A responsabilidade de gestão deste tipo de resíduos deve ser de todos os operadores económicos envolvidos (desde de embaladores/importadores, distribuidores e fabricantes de embalagens e de matérias-primas de embalagens). Estes operadores podem optar por sistemas de consignação para as embalagens não reutilizáveis ou para as embalagens não reutilizáveis um sistema integrado, em que a responsabilidade pela gestão dos resíduos de embalagens é transferida a uma entidade devidamente licenciada para exercer essa actividade (Martinho & Gonçalves, 2000).

Em Portugal, a Sociedade Ponto Verde (SPV), é a entidade responsável pela gestão das embalagens e resíduos de embalagens provenientes da recolha selectiva, resultante da deposição nos ecopontos ou da recolha porta-a-porta, em articulação com os sistemas gestão de RU (multimunicipais e intermunicipais). Em relação, às embalagens e resíduos de embalagens que não provém dos ecopontos, os produtores destes resíduos encaminham para os operadores de gestão licenciados, de forma directa ou através de uma rede de operadores com contracto com a SPV (Dias, *et al.*, 2014).

Em síntese, a SPV tem como missão organizar e gerir, a retoma e valorização das embalagens e resíduos de embalagens, através da implementação de um Sistema Integrado de Gestão de Resíduos de Embalagens (SIGRE).

### **2.5.2. Valorização Orgânica**

A valorização orgânica pode ser realizada por duas técnicas: por compostagem e digestão anaeróbia. Estas formas de valorização realizam-se em condições controladas, por microorganismos à fracção orgânica, obtendo-se como produto final, composto orgânico estável ou metano, que pode ser usado para produção de electricidade e calor.

Ambos os tratamentos têm vantagens: permitem a produção de um composto natural e de boa qualidade que pode ser usado como fertilizante na agricultura e possibilidade de produzir energia (eléctrica e térmica). A par destas vantagens, estes



tratamentos apresentam-se como alternativas válidas na redução da deposição em aterro dos resíduos orgânicos, permitindo o aproveitamento do seu potencial de valorização.

Por este trabalho incidir na quantificação e caracterização de RU, indiferenciados e selectivos, produzidos nos restaurantes e na viabilidade de implementação de um sistema tarifário PAYT (princípio do poluidor-pagador). Por isso, é feita uma abordagem mais particular da fracção orgânica (por ser produzida em maior quantidade) e das vantagens da implementação de um sistema de recolha selectiva de bio-resíduos com destino uma central de compostagem e também no incentivo à reciclagem.

A seguir é feita uma referência muito descrita dos processos de compostagem e digestão anaeróbia.

### **2.5.2.1. Compostagem**

A compostagem consiste na degradação biológica aeróbia da matéria orgânica de forma controlada. Este processo é efectuado por microorganismos que decompõem a matéria orgânica, dando origem a um composto mais simples e estável que pode ser utilizado no solo como correctivo (Martinho & Gonçalves, 2000).

O processo de compostagem na sua generalidade é composto por três operações básicas: preparação, tratamento biológico e maturação.

Na fase da preparação os resíduos sofrem um pré-tratamento com a remoção de materiais passíveis de contaminar a fracção orgânica e materiais que podem ainda ser reciclados (vidro, papel, plástico, etc.), seguindo depois para a fase do tratamento biológico (Levy & Cabeças, 2006). É nesta fase, que ocorre o processo de compostagem propriamente dito, com a decomposição da matéria orgânica em composto, que pode ocorrer de forma lenta (pilhas ou medas) ou de forma rápida (reactor). Nos dois casos, pode ser facultado oxigénio ao processo (decomposição aeróbia), quer de forma natural com o revolvimento das pilhas ou com a injeção de ar forçada. Isto faz com que o processo se torne mais rápido, permitindo atingir temperaturas elevadas e que são necessárias para garantir a eliminação dos microorganismos patogénicos. A decomposição da matéria orgânica também pode

ser realizada sem oxigénio e a baixas temperaturas, o qual é designado de decomposição anaeróbia anaeróbio (Castanheiro, Ferreira, & Lopes, 2004).

O processo de decomposição da matéria orgânica exige a presença de água. A sua adição ao sistema deve ser feita de forma controlada, a fim de, garantir as condições de teor de humidade adequadas à actividade microbiana e de forma a não preencher na totalidade os espaços entre as partículas. A presença de água em excesso dificulta a circulação de ar no processo e as condições aeróbias. O carbono disponível no processo é utilizado por uma população heterogénica de microorganismos como fonte de energia, resultando assim na libertação de CO<sub>2</sub>, vapor de água e de calor que não é utilizado no metabolismo. A última fase corresponde à maturação do composto, onde sofre um processo de estabilização, eliminação de fitotoxicidade e afinação que é realizado mediante o destino final. Esta fase é definida consoante as estratégias de comercialização, qualidade e aplicabilidade no solo (Levy & Cabeças, 2006; Castanheiro, Ferreira, & Lopes, 2004).

As vantagens do processo de compostagem são variadas: trata-se de um tratamento natural de resíduos orgânicos que permite produzir um composto orgânico final higienizado e de elevada qualidade, tornando-se num substituto dos fertilizantes químicos, reduz o uso de pesticidas, permite reduzir a quantidade de resíduos depositados em aterro e é um incremento ao aumento das taxas de reciclagem. Mas é um processo que tem desvantagens, nomeadamente liberta maus odores para atmosfera e necessita de uma maior área para a ser implementado em comparação com a digestão anaeróbia (Castanheiro, Ferreira, & Lopes, 2004; Levy & Cabeças, 2006).

### **2.5.2.2. Digestão Anaeróbia**

A digestão anaeróbia envolve a decomposição da matéria orgânica dos resíduos urbanos. É um processo realizado por bactérias anaeróbias e que ocorre na ausência de oxigénio. Da digestão anaeróbia resultam como produtos finais: um composto orgânico e biogás (Levy & Cabeças, 2006).

Os resíduos orgânicos começam por sofrer processo de pré-tratamento, onde são removidos os materiais indesejáveis à digestão. Posteriormente, os resíduos

orgânicos são colocados dentro de um digestor (sistema fechado) onde decorre o processo de decomposição, nesta fase a estabilização da matéria acontece de forma lenta, não sendo atingidas temperaturas muito elevadas (Martinho & Gonçalves, 2000). O digestor é aquecido através de uma caldeira com recurso a um circuito fechado de água quente. A caldeira é aquecida com o biogás que resulta da própria digestão, no entanto o biogás pode ser aproveitado para a produção de energia eléctrica que pode ser exportada para a rede de distribuição nacional (Levy & Cabeças, 2006).

Depois de terminado a digestão anaeróbia, o composto produzido deve ser maturado, estabilizado e afinado por um processo de compostagem. No final desta fase o composto orgânico obtido estará pronto a ser aplicado no solo.

Ao comparar a compostagem com a digestão anaeróbia, este último processo é mais vantajoso em termos energéticos, pois o biogás produzido pode ser utilizado para o aquecimento do digestor e para a produção de energia eléctrica para auto-consumo e para exportar para a rede de distribuição nacional. O tempo de tratamento dos bio-resíduos na digestão anaeróbia é mais reduzido e necessita de menos espaço do que o processo de compostagem. Existem outras vantagens da digestão anaeróbia, tais como: redução das emissões de gases com efeito de estufa e da poluição dos recursos hídricos e solo, quase ausência de maus odores e a produção de um composto natural que pode substituir os fertilizantes químicos. Como desvantagens a digestão anaeróbia é um processo de elevada complexidade e necessita de um elevado investimento, pois a digestão precisa de muita tecnologia para funcionar (Castanheiro, Ferreira, & Lopes, 2004).

Importa referir que associado a qualquer centro de compostagem ou digestão anaeróbia, é necessário existir um aterro sanitário de apoio, para a deposição de resíduos não podem ser biodegradáveis ou não recicláveis ou no caso em situações de emergência, em que ocorram avarias durante o tratamento ou quando este se encontre em manutenção por longos períodos (Martinho & Gonçalves, 2000).

## **2.6. Casos de estudo de recolha selectiva de resíduos orgânicos**

A nível nacional e internacional existem vários exemplos de recolhas selectivas no sector da restauração e doméstico de resíduos, em particular dos bio-resíduos, resíduos verdes de jardins e parques. Os casos de estudo abaixo referidos partilham de um programa de recolha selectiva de resíduos orgânicos nos considerados grandes produtores (restauração, cantinas, mercados, etc.), com um objectivo em comum: a redução da fracção biodegradável com destino os aterros sanitários e a produção de um composto final orgânico de alta qualidade cujo destino principal é a agricultura.

### **2.6.1. Nível Nacional**

- **Lipor – projecto Operação Restauração 5 Estrelas**

Para a Lipor - Serviço Intermunicipalizado de Gestão de Resíduos do Grande Porto desde o início do seu funcionamento em 1982, que a valorização orgânica, através da compostagem, é uma das mais importantes componentes na sua estratégia na gestão integrada dos resíduos urbanos.

Neste sentido, a Lipor criou uma equipa técnica para fazer uma caracterização de todos os grandes produtores (restaurantes, cantinas de escolas e empresas, mercados, etc.). Este estudo abrangeu estabelecimentos localizados nos 8 municípios associados a esta entidade (Espinho, Porto, Maia, Gondomar, Matosinhos, Póvoa de Varzim, Vila do Conde e Valongo). Este estudo consistiu na realização de um inquérito com o objectivo de obter informação, sobre a rotina e procedimentos aplicados pelos estabelecimentos, quantidade e caracterização dos resíduos produzidos, como fazem a separação dos resíduos ou se não fazem e qual a aceitação dos estabelecimentos na implementação de novas formas de separação dos resíduos com a criação de circuitos de recolha selectiva (Lipor, 2014).

Terminado este estudo, surgiu o projecto Operação Restauração 5 Estrelas e com ele foram implementados 17 circuitos de recolha selectiva de resíduos orgânicos porta-a-porta provenientes dos grandes produtores, localizados nos 8 municípios

que fazem parte da Lipor. Os resíduos orgânicos são depositados em contentores específicos para o efeito (contentores de cor castanha) e com a recolha a ser feita numa frequência de 3 a 7 dias por semana, sendo o seu destino a central de valorização da Lipor para serem submetidos a um processo de compostagem. Relativamente aos mercados, hipermercados, feiras, centros de distribuição de produtos frescos, a deposição dos resíduos é feita em contentores fechados de média/grande capacidade e a frequência da recolha dos resíduos orgânicos é realizada mediante a quantidade produzida (Lipor, 2014).

Este projecto, em 2013, estava implementado em 1500 estabelecimentos, tendo sido até esta data possível valorizar através da compostagem um total de 13 500 toneladas de resíduos orgânicos, o que corresponde a uma recuperação diária de cerca 24,3 kg/estabelecimento. Após a implementação do projecto, a lipor estabeleceu protocolos com e os Sistemas: Multimunicipal Resulima (Esposende e Viana do Castelo) e Intermunicipal Ambisousa (Castelo de Paiva, Felgueiras, Lousada, Paços de Ferreira, Paredes e Penafiel) no sentido de alargar o projecto Operação Restauração 5 Estrelas para estes sistemas também (Lipor, 2014).

- **Valorsul – programa “+Valor”**

O programa “+Valor” foi criado pela Valorsul - Valorização e Tratamento de Resíduos Sólidos das Regiões de Lisboa e do Oeste, S.A, e consiste na recolha selectiva de resíduos orgânicos produzidos em grandes produtores (restaurantes, hotéis, cantinas, e mercados), para depois serem valorizados organicamente. Este programa foi implementado na área metropolitana de Lisboa (Zona Norte) e abrange os estabelecimentos seleccionados e localizados nos municípios da Amadora, Loures, Lisboa e Odivelas (Valorsul, 2014).

Os contentores onde é feita a deposição dos resíduos orgânicos e a lavagem destes são oferecidos pela Valorsul e a frequência de recolha é diária de segunda a sábado. A matéria orgânica recolhida é encaminhada para a Estação de Tratamento e Valorização Orgânica da Valorsul, situada em São Brás, Concelho da Amadora, onde é submetida a um processo de digestão anaeróbia obtendo-se como produtos finais: composto orgânico de elevada qualidade que pode ser usado na agricultura e energia eléctrica através do biogás produzido. Para cada área onde é recolhido os

resíduos orgânicos, foi criado um contacto telefónico para quaisquer questões, informações ou solicitação por parte dos estabelecimentos (Valorsul, 2014).

A implementação e sucesso do programa “+Valor” deve-se ao grande investimento feito em acções de sensibilização nos estabelecimentos seleccionados e à entrega de materiais informativos antes do início da recolha, bem como a criação de um contacto telefónico, para cada área, para qualquer questão, informação ou pedido que surja por parte destes estabelecimentos (Valorsul, 2014).

- **Maiambiente – projecto “Separar para Valorizar”**

Em 2004, a Maiambiente desenvolveu o projecto “Separar para Valorizar” que consiste na recolha selectiva dos resíduos orgânicos produzidos por grandes produtores (restaurantes, cafés, cantinas de escolas e empresas, etc.). No início, este projecto apenas estava implementado nas zonas Norte e Poente do Concelho da Maia, mas a partir de Fevereiro de 2007 o projecto foi alargado para todo o Concelho da Maia (Maiambiente, 2007).

A recolha dos resíduos orgânicos produzidos realiza-se porta-a-porta, durante três dias por semana (segunda-feira, quarta-feira e sexta-feira), entre as 8h30 e as 22h30. A deposição dos resíduos é feita em contentores devidamente identificados (contentores castanhos) fornecidos pela Maiambiente. Todo o processo de recolha não tem encargos para os estabelecimentos aderentes. Os resíduos orgânicos recolhidos são encaminhados para a central de valorização orgânica da lipor para serem submetidos a um processo de compostagem, produzindo-se assim um composto natural, estabilizado que pode ser usado na agricultura e na floricultura (Maiambiente, 2007).

## **2.6.2. Nível Internacional**

- **Cidade de Paris (França)**

Em Fevereiro de 2014, na cidade de Paris, começou a ser realizada a recolha selectiva porta-a-porta dos bio-resíduos (restos de comida provenientes da preparação das refeições e pós-refeições) produzidos em 80 restaurantes. Esta recolha é realizada por uma empresa chamada de “Moulinot Compost & Biodéchets”, que surgiu pela mão do senhor Stephan Martinez, dono do restaurante

‘Le Petit Bistrot Choiseuil’, que foi um dos primeiros restaurantes da cidade de Paris a assumir a responsabilidade pelos bio-resíduos produzidos e a realizar a compostagem destes resíduos com recurso a vermes, criando assim um composto orgânico que depois é usado no solo como fertilizante. Os resíduos orgânicos representam mais de 1/3 dos resíduos produzidos na capital francesa (zerowasteeurope, 2014).

Com isto, o senhor Stephan Martinez, decidiu então criar, a empresa “Moulinot Compost & Biodéchets”, depois de ser aprovada por parte das autoridades locais e do ministério do ambiente francês, responsável pela recolha dos resíduos orgânicos dos restaurantes, com objectivo de produzir biogás e um composto orgânico para ser utilizado no solo e na agricultura (zerowasteeurope, 2014).

#### ▪ **Cidade de Baix Camp (Espanha)**

Em Junho de 1997, foi implementado um sistema de recolha selectiva porta-a-porta da fracção orgânica produzidos pelos domésticos e pelos grandes produtores (restaurantes, hotéis, escolas, mercados, indústrias, etc.) depositados em contentores situados em locais seleccionados especificamente para o efeito. Desde o seu início que a área de abrangida pelo sistema tem aumentado, neste momento são recolhidos os resíduos orgânicos de 10 concelhos rurais e de algumas cidades (Direcção-Geral do Ambiente, 2000).

A fracção orgânica é recolhida com recurso a um camião para uma central de compostagem (situada em Baix Camp, província de Tarragona na zona sul de Catalunha). O sistema de recolha selectiva abrange uma área de 695 km<sup>2</sup>, com cerca de 8 000 habitações e 25 000 habitantes. A fracção orgânica recolhida é encaminhada para a central de compostagem referida, onde sofrem um processo de compostagem em pilhas ao ar livre, sendo produzido um composto orgânico de alta qualidade. O objectivo deste sistema de recolha passa por reduzir a quantidade de resíduos enviados para aterro sanitário e incineração e produzir um composto orgânico (Direcção-Geral do Ambiente, 2000).

Em 2 anos e meio de funcionamento do sistema foram recolhidos e tratados 10 000 toneladas de resíduos orgânicos dos quais, 7 000 toneladas correspondem a bio-resíduos e 3 000 toneladas a resíduos verdes e de jardim, que deram origem a uma

produção de 900 toneladas de composto orgânico. Em relação à qualidade do composto produzido, este não obedece numa norma específica no geral, com excepção se este tiver como destino a agricultura (Direcção-Geral do Ambiente, 2000).

- **Cidade de Barcelona (Espanha)**

Em 1997, foi implementado um sistema de recolha selectiva da fracção orgânica porta-a-porta, proveniente dos domésticos e dos grandes produtores (onde estão incluídos os 40 mercados de Barcelona). A separação orgânica é realizada pelo município e é depositada em contentores ou em sacos de plástico biodegradável com uma capacidade de 10 L, colocados no exterior das habitações e estabelecimentos. A recolha da fracção orgânica é feita por camiões com sistema de compactação, com uma frequência da recolha para os grandes produtores é diária, excepto ao domingo, enquanto que a recolha nos produtores domésticos varia entre três a quatro dias por semana. A fracção orgânica recolhida é encaminhada para a central compostagem situada área metropolitana de Barcelona, na cidade de Castelldefels (Direcção-Geral do Ambiente, 2000).

Este sistema de recolha abrange cerca de 4 municípios, que corresponde a uma de 113 km<sup>2</sup>, com cerca de 137 000 habitantes e 55 000 habitações. Este projecto recolhe cerca de 10 700 toneladas de resíduos orgânicos por ano, que depois são transformadas em cerca de 1 990 toneladas de composto orgânico. Em relação ao composto produzido não existem normas específicas de qualidade, excepto para o composto com destino a agricultura ou quando os clientes estabelecem o cumprimento de determinados parâmetros de qualidade do composto (Direcção-Geral do Ambiente, 2000).



## **2.7. Sistemas tarifários *Pay-As-You-Throw***

Um pouco por todo o Mundo nos anos 80 se começou a debater temas como a crescente produção de resíduos, o aumento incontável dos locais de deposição dos mesmos (nomeadamente o caso das antigas lixeiras e actualmente os aterros sanitários), a necessidade crescente de incrementar a reciclagem e de separação dos materiais com posterior valor económico. Neste contexto, começaram por surgir tentativas de resolução dos problemas enfrentados, e logo cedo, nos início dos anos 90, surgiu uma corrente de pensamento que tentava aliar, a produção de resíduos de cada utilizador à tarifa paga pelo mesmo à entidade responsável pela recolha, transporte, tratamento e deposição no destino final. Surgiu assim, o sistema de tarifário PAYT (*Pay-As-You-Throw* – “pagar em função do que se deita fora”) como uma solução para estes problemas.

Em Portugal, só muito recentemente têm vindo a aparecer com uma possível aplicação de um sistema tarifário do tipo PAYT em alguns estudos, muitos deles estimulados por directivas europeias que têm vindo a reforçar e incentivar o aumento da percentagem de resíduos recicláveis e a redução dos resíduos com destino o aterro sanitário, bem como como, a promoção da igualdade entre os utilizadores e a recuperação de custos que as entidades gestoras têm com o serviço de gestão de resíduos urbanos.

Segundo o relatório do IRAR n.º 3/2007 (Levy J. Q., 2007), os sistemas tarifários que são aplicados em Portugal pelas autarquias, indexado à factura do consumo da água ou indexadas a outras variáveis (como por exemplo, frequência de remoção dos resíduos urbanos, características rurais ou urbanos do local servido, área de habitação e sistema de remoção) não cobre os custos que incorrem da gestão de um sistema de resíduos urbanos nomeadamente, a recolha, transporte, tratamento e deposição dos resíduos urbanos.

Neste mesmo relatório é apresentada uma análise sobre os tarifários aplicados, relativamente aos serviços de gestão de resíduos urbanos em Portugal. Assim sendo, o custo da gestão dos sistemas de RU indiferenciados em Portugal é da ordem dos 39,87 €.hab<sup>-1</sup>.ano<sup>-1</sup> (referente às operações de remoção, transporte - sistema em baixa, transferência, transporte, tratamento e eliminação - sistema em alta) e o custo para a limpeza e varredura da via pública em Portugal é da ordem

dos 12,41 €.hab<sup>-1</sup>.ano<sup>-1</sup> (esta operação complementa a operação da remoção dos RU e consiste na varredura, manual e mecânica, lavagem e eventual desinfecção dos espaços públicos, despejo, lavagem e desinfecção das papeleiras, corte de mato e ervas e limpeza de sarjetas e sumidouros) (Levy J. Q., 2007).

As autarquias em Portugal suportam um défice de tarifário anual médio de cerca de 76,9% do custo quem têm com o serviço de gestão de RU cobradas aos munícipes nomeadamente, remoção, transporte, transferência, tratamento e eliminação dos RU prestados, existindo assim, a necessidade por parte destas entidades de direccionar outros meios financeiros para suportar a diferença que existe entre os custos e receitas, apenas são suportados 23,1% das despesas com os sistemas em baixa e em alta e com varredura, através da taxa paga pelos munícipes em Portugal Continental (Levy J. Q., 2007).

Segundo um artigo publicado pela deco proteste em 2014, o município de Aveiro é o quinto município mais caro relativamente aos preços aplicados aos consumidores em relação ao serviço de gestão de RU, com um custo anual de 107,26 € para um cenário de 120 m<sup>3</sup> de água anual (10 m<sup>3</sup> mensais), valores sem IVA incluído, para tarifários aplicados em Setembro de 2014. Dentro do top 5 dos municípios apresentados no estudo da Deco Proteste, o município da Póvoa do Varzim tem o maior custo anual com 157,44 €, seguido do município de Albufeira com 126,51 €, Maia com 125,04 € e Tavira com 107,40 €. Ainda em relação a este estudo, foram encontrados diferenças na ordem dos 153,24 € anuais cobrados pelos serviços de gestão de RU aos munícipes, entre os municípios de Monforte e a Póvoa de Varzim (Deco Proteste, 2014).

Segundo Pires (2013), as actividades de limpeza e varredura urbana devem ser financiadas a partir de receitas de origem fiscal, já os serviços de gestão de resíduos urbanos de recolha, transporte, transferência, tratamento e deposição final devem ser financiados por via de tarifas coradas aos seus utilizadores.

De acordo com um estudo levado a cabo pela Entidade Regulador dos Serviços de Águas e Resíduos (ERSAR), em 2007, sobre a percepção pública e disponibilidade para pagar por melhorias na quantidade dos serviços de águas e resíduos em Portugal Continental. Ficou a percepção de que a grande percentagem da população têm consciência ambiental, mas nem sempre a associam esta

consciência com uma atitude proactiva. Quando a população é também questionada se considera correcto que o custo do serviço seja reflexo do nível de utilização de cada utilizador doméstico, a grande maioria responde afirmativamente. Quando questionados todos os entrevistados consideram que quem produz mais resíduos, deve pagar mais pelo serviço (Pires, 2013).

Mediante os resultados pensa-se que a introdução de um sistema tarifário do tipo PAYT teria aceitação por parte da população, mas face à actual conjuntura económica que Portugal passa, não seria vista com bons olhos qualquer subida dos preços actualmente aplicados.

Como referido na secção 2.1. (referente ao do Plano Estratégico para os Resíduos Sólidos Urbanos) e no seguimento da mesma linha, com a publicação deste plano são definidas objectivos e metas para os próximos anos. Nomeadamente, é imperativo assegurar o cumprimento dos objectivos de desvio de RUB com destino os aterros e o cumprimento dos objectivos em relação à valorização das embalagens e resíduos de embalagens. Sendo que a implementação de um sistema *pay-as-you-throw* trata-se de um instrumento conducente à redução da deposição de resíduos em aterro, que incentiva à separação dos bio-resíduos e ao aumento da reciclagem.

A estrutura dos tarifários a aplicar, segundo Pires (2013), deve consistir numa componente fixa e variável. A componente fixa de gestão de resíduos deve ser calculada em função do intervalo temporal de prestação de serviço para um período de 30 dias e a componente variável do serviço de gestão de resíduos deve ser praticada em função da quantidade de resíduos indiferenciados recolhidos durante o período objecto de facturação. Com obtenção da totalidade desta receita, espera-se que as autarquias consigam suportar todos os custos com o serviço de gestão de resíduos urbanos (recolha, transporte, transferência, tratamento e deposição final).

Em Portugal, a implementação de um sistema tarifário do tipo PAYT apresenta algumas barreiras, nomeadamente o facto de uma eventual contestação pública por parte das comunidades locais perante a cobrança de um serviço em que prestação era considerada “gratuita” ou “já paga pelos impostos”, torna-se de uma grande importância uma crescente transparência na divulgação pública de informação fiável

em relação aos reais custos do serviço de gestão de resíduos e o grau de recuperação através das receitas tarifárias.

O incentivo a comportamentos menos oportunos por parte dos utilizadores no sentido de minimizarem os encargos por si suportados como é por exemplo, a deposição ilegal de resíduos em outros locais (contentores de vizinhos, contentores comuns na via pública, em outros municípios ou no aparecimento de novas lixeiras) e na deposição de resíduos indiferenciados em contentores destinados aos resíduos recicláveis, provocando assim a contaminação destes. Os custos acrescidos (administrativos e logísticos) associados à introdução do sistema tarifário do tipo PAYT, bem como com a sua gestão e monitorização. A introdução deste tipo de tarifário pode levar a uma incerteza e variabilidade nas receitas tarifárias geradas, no sentido em que estes passam a estar influenciados pela adesão e comportamentos dos utilizadores (Pires, 2013).

### **2.7.1. Modelos de sistemas tarifários do tipo PAYT**

Como foi possível observar anteriormente no texto, nenhum dos tarifários apresentados, em Portugal, cobre os custos que incidem na gestão do sistema de RU. Neste sentido, as tarifas aplicadas pelo serviço de gestão de RU aos munícipes terão de subir para que seja aplicado o princípio do poluidor-pagdor. Deve-se então, escolher um tarifário que incentive a práticas ambientalmente mais conscientes, que incrementem a reciclagem e a separação dos resíduos (Pires, 2013).

Actualmente em Portugal, por muito que os cidadãos tenham comportamentos mais conscientes, como fazer a reciclagem dos resíduos ou actos menos conscientes e não realizarem a separação adequada dos resíduos produzidos, não existe implementado um sistema de recolha de receitas por parte das autarquias junto dos seus munícipes, que permita a recuperação da totalidade dos custos que envolvem a prestação do serviço de gestão, ou seja a tarifa a pagar é exactamente a mesma, não estimulando qualquer mudança do comportamento por parte da população relativamente aos resíduos urbanos.

Assim nesta secção, apresentam-se as alternativas tarifárias que existem a nível internacional e nacional e que fomentam as boas práticas ambientais, mais justas e para uma adequada prestação do sistema de gestão de RU tornando-o mais sustentável financeiramente.

Em concreto, a introdução de sistemas tarifários do tipo *Pay-As-You-Throw*, que têm todos subjacentes o conceito básico de que os utilizadores que depositem mais resíduos para recolha serem aqueles que mais pagam, enquanto os que menos depositem pagarem menores tarifas. Os sistemas do tipo PAYT oferecem várias vantagens aos municípios e aos seus munícipes (Skumatz, 2002):

- **Equidade**: as tarifas PAYT são mais justas, os utilizadores que mais usam são os que pagam mais;
- **Económico**: as tarifas PAYT permitem fornecer um retorno económico para modificar o comportamento dos utilizadores (taxas variáveis), no sentido que cada utilizador ajusta o seu comportamento ao valor que quer poupar ou gastar;
- **Falta de restrições**: estas tarifas não limitam as escolhas dos clientes, não estão proibidos de depositar mais RU, mas se o fizerem terão que pagar um maior valor de tarifa;
- **Eficiência**: a implementação de um sistema deste tipo não é, na generalidade, muito dispendiosa e previne o uso exagerado deste tipo de serviço. O que não acontece com os sistemas baseado em tarifas fixas em variáveis externas;
- **Redução dos resíduos**: estes sistemas permitem recompensar aqueles que reciclam, que fazem a compostagem e que reduzem os resíduos produzidos na fonte;
- **Implementação rápida**: os sistemas PAYT podem ser implementados de uma forma rápida, mas a velocidade de implementação está dependente em muito do tipo de sistema que está em vigor no município e o nível de sensibilização da população abrangida;
- **Flexibilidade**: os sistemas PAYT podem ser implementados em variados tamanhos e tipos de municípios, com uma ampla gama de mecanismos de recolha dos resíduos;
- **Benefícios ambientais**: são programas que incentivam ao aumento da reciclagem e a redução dos resíduos produzidos, são programas com boas práticas que beneficiam o ambiente.

Em síntese, a implementação de um sistema tarifário do tipo PAYT é uma medida que proporciona uma redução nos encargos sobre os sistemas de deposição de

resíduos urbanos tornando num serviço de gestão mais eficiente, permite um melhoramento ambiental e do uso dos recursos, e a uma redução dos custos do sistema de gestão a longo prazo (Skumatz, 2002).

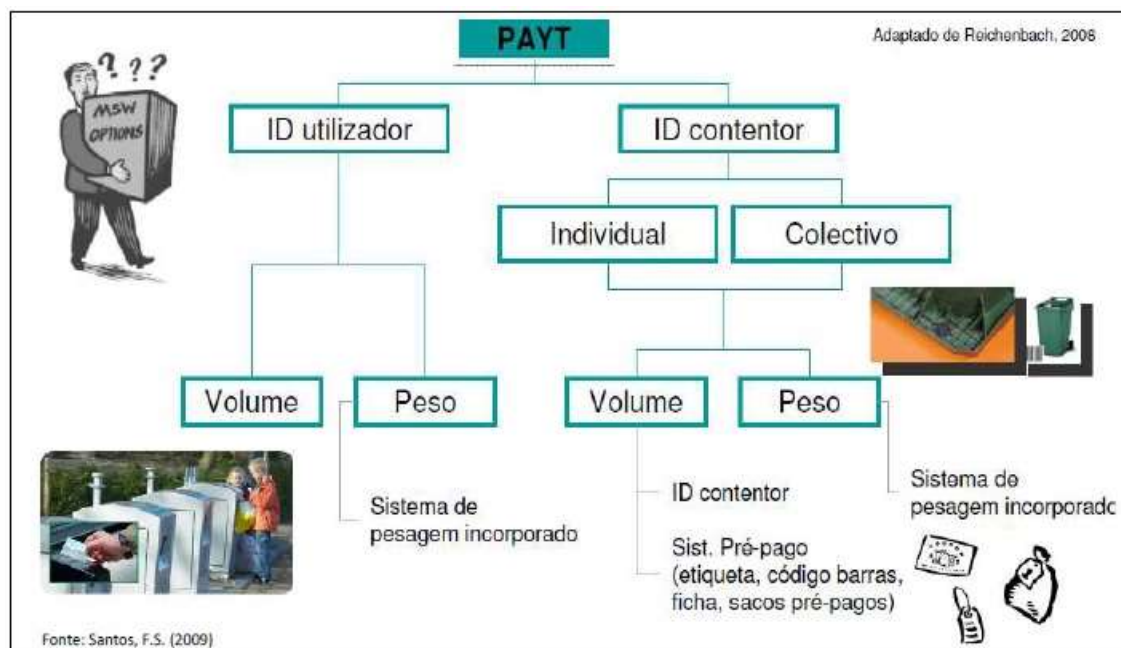
Assim sendo e segundo o relatório ERSAR n.º 1/2013, existem três grandes modelos de sistemas tarifários do tipo PAYT, em relação à forma como é realizada a deposição de resíduos indiferenciados (Pires, 2013):

- **Modelo com base em contentores individuais** - a recolha dos contentores é realizada porta-a-porta, em que cada contentor encontra-se devidamente identificado com a informação do utilizador. A identificação pode ser feita através de um sistema *RFID chip*<sup>1</sup> colocado no veículo de recolha permitindo assim a leitura do contentor. No caso de existirem contentores utilizados por um conjunto de moradores, a relação contractual é estabelecida com o condomínio. A facturação do serviço pode ser baseada, nas variáveis peso, capacidade contractada e/ou frequência da recolha (volume).
- **Modelo com base em contentores de deposição comum** - o acesso ao local de deposição dos resíduos indiferenciados é restrito, através do uso de um cartão ou com chave electrónica que identifica o utilizador. Neste tipo de contentores são incorporados sistemas de pesagem, pois o peso dos resíduos é o mais usado para facturação do serviço. Este modelo pode não exigir a identificação do utilizador, se no caso do acesso ao contentor for feito por pagamento através de moedas ou por fichas específicas para o efeito.
- **Modelo com base em sacos pré-pagos** - os utilizadores compram sacos identificados com etiquetas (com ou sem códigos de barras), que podem ser de diferentes preços consoante o tamanho do saco e o tipo de resíduo para o qual se destina, estes podem ser vendidos em diferentes pontos de venda. Esta opção à partida não necessita que a recolha seja realizada porta-a-porta, não exigindo assim um investimento na adaptação ao sistema de recolha existente.

---

<sup>1</sup> Sistema RFID (do inglês “Radio-Frequency-Identification”) é um método de identificação automática através de sinais de rádio-frequência, recuperando e armazenando dados remotamente através de dispositivos denominados etiquetas RFID.

Na **Figura 1**, estão resumidos os três modelos descritos anteriormente de um sistema tarifário do tipo PAYT.



**Figura 1** - Alternativas genéricas de implementação do sistema tarifário do tipo PAYT.

(Fonte: Pires, 2013)

## 2.7.2. Casos de estudo de Sistemas PAYT

### 2.7.2.1. Nível nacional

#### ▪ Caso de estudo Maiambiente

No caso do município da Maia, o projecto-piloto de implementação de um sistema PAYT (*Pay-As-You-Throw*) para os domésticos, surgiu numa parceria entre a Lipor (Serviço Intermunicipalizado de Gestão de Resíduos do Grande Porto) e a Maiambiente (empresa pública municipal do município da Maia), no sentido de reduzir os custos, aumentar os resíduos recicláveis e reduzir os indiferenciados produzidos.

Foi assim definida como zona piloto, a freguesia de Vila Nova da Telha (Urbanização do Lidador), com uma população num total de 3164 habitantes (num concelho com uma população total de 969 036 habitantes), que corresponde a uma área de 90 hectares. A zona de estudo trata-se de uma zona semi-urbana, caracterizada por

moradias de dois pisos com uma área verde circundante, também existe nesta área prédios e pequenos pólos de comércio e serviço (Rodrigues, 2009).

Como no concelho da Maia já existe uma tradição de recolha selectiva porta-a-porta (que abrange já 45% da população) dos resíduos indiferenciados, bem como dos recicláveis e nos locais que isso não é viável, é feita a recolha destes resíduos em contentores de deposição comum (“Moloks”) e ecopontos para os resíduos recicláveis, a implementação de um sistema PAYT com recolha porta-a-porta tornou-se numa certa forma mais acessível. Assim sendo, o sistema PAYT foi baseado numa recolha porta-a-porta, com contentores individuais identificados com um chip (sistema RFID), sendo assim possível obter informação sobre os diferentes utilizadores e as quantidades de resíduos indiferenciados produzidos. Esta identificação é feita através de um sistema medição, comunicação e navegação implementado nas viaturas de recolha (Pires, 2013).

#### ▪ **Caso de estudo de Óbidos**

O caso de estudo para implementação de um sistema PAYT no município de Óbidos, resumiu-se às freguesias de Vila de Óbidos e Gaeiras (Pires, 2013).

Na freguesia de Vila de Óbidos, devido à sua estrutura urbana e por se tratar de uma zona histórica, o sistema a testar seria baseado numa recolha porta-a-porta com sacos pré-pagos.

Como a autarquia de Óbidos já tem implementado um sistema de produção de sacos para a recolha de resíduos recicláveis e portanto todo o sistema de fabrico e distribuição está montado, a opção para implementação de sistema PAYT, para os resíduos indiferenciados com base em sacos pré-pagos, torna-se mais fácil. Assim sendo, apenas seria necessário ajustá-lo para a tarifação do serviço e sensibilizar a população para esta nova medida. Este processo envolve a produção de mais tipos de sacos, possivelmente de tamanhos diferentes e a necessidade de estabelecer pontos de venda autorizados com um sistema informático instalado para facturação do serviço ou como alternativa adaptar o actual sistema de distribuição de sacos para resíduos recicláveis, permitindo assim uma tarifação dos sacos para resíduos indiferenciados (Santos F. S., 2009).



Relativamente, à freguesia de Gaeiras, o sistema PAYT a testar baseia-se numa recolha porta-a-porta de contentores individuais, em todos os tipos de construção existentes (vertical e horizontal). Foram assim, distribuídos nesta freguesia contentores de 120 Litros (L) por cada moradia unifamiliar, 240 L por cada quatro fogos e 360 L por cada seis a oito fogos (Santos P. , 2008). Cada contentor está identificado com um *microchip* e com a instalação no veículo de recolha de um sistema de identificação e pesagem, era possível recolher os dados do utilizador e facturar o que cada um produz de resíduos indiferenciados. Também é facilitada aos utilizadores deste sistema, a instalação de um sistema de cadeado gravítico por contentor para quem desejar (Santos F. S., 2009). No futuro o município de Óbidos tem intenção de alargar esta experiência a todo o concelho, substituindo os 800 contentores que existem, por contentores de 800 e 1100 L, e na aquisição de mais contentores do género caso for necessário (Santos P. , 2008).

#### ▪ **Caso de estudo de Portimão**

O município de Portimão, tem vindo pela mão da EMARP (Empresa Municipal de Águas e Resíduos de Portimão) a desenvolver uma estratégia na área da gestão dos RU, numa tentativa aproximar-se a um modelo tarifário do tipo PAYT, visto por este município como um tarifário mais equilibrado e justo com base no princípio do poluidor-pagador. A implementação deste tipo de sistema tem como objectivos: a redução da produção de resíduos indiferenciados, o aumento da taxa de separação de resíduos recicláveis, prolongar o tempo de vida útil do aterro sanitário e reduzir as despesas com o serviço de gestão de resíduos urbanos.

Desde 2003, que este município tem vindo a implementar “ilhas ecológicas”, em 2010 já existiam implementadas 263 infra-estruturas deste tipo. Estas infra-estruturas são constituídas por contentores subterrâneos para deposição de resíduos urbanos, convenientemente assinalados de acordo com o tipo de resíduos a depositar. Estas estruturas foram criadas com intuito de aumentar a taxa de separação, eliminar problemas estéticos e de saúde pública (Pires, 2013).

Actualmente, das 330 “ilhas ecológicas” que existem no município de Portimão foi instalado experimentalmente numa delas, um sistema PAYT, de forma a testar a operacionalidade deste sistema, em termos de abertura e quantificação dos resíduos indiferenciados produzidos pelos munícipes. Este sistema foi baseado numa recolha

em contentores de deposição comum, com um sistema de pesagem dos resíduos produzidos pelos utilizadores (tambor com capacidade para sacos com 50 l). O acesso dos utilizadores a estes contentores está condicionado ao uso de um cartão magnético ou dispositivo de proximidade (“porta-chaves”), desta forma é possível recolher automaticamente os dados relativos, à hora e dia, peso depositado e o número de cliente (EMARP, 2014).

### **2.7.2.2. Nível Internacional**

#### **▪ Caso de Dillburg, Flandres (Bélgica)**

Em 1996, nesta região com uma população total de 37 600 habitantes, foi implementado o primeiro projecto-piloto para um sistema tarifário PAYT na Bélgica. Este sistema de tarifação foi baseado na aplicação de um sistema medição do volume e peso produzido por cada utilizador semanalmente, consistindo numa recolha de sacos pré-pagos. Este projecto-piloto foi aplicado numa zona onde existe moradias unifamiliares, jardins e prédios com 3 andares.

A implementação deste sistema tarifário foi acompanhada de uma campanha de promoção e consciencialização da população, que incluiu a promoção da compostagem doméstica, com programas de demonstração de como fazer compostagem em casa. Com a aplicação deste projecto-piloto atingiu-se uma redução de 60% na quantidade de resíduos indiferenciados produzidos, ou seja, em 1995 a produção de resíduos por habitante era de 336,5 kg e em 1998 passou para os 114,8 kg por habitante. Em relação, ao papel/cartão, vidro, resíduos verdes e volumosos a recolha é realizada à parte (Aspinwall, 2000).

#### **▪ Caso do município de Ikast (Dinamarca)**

No seguimento de um sistema pré-existente de recolha porta-a-porta de resíduos indiferenciados e verdes, surgiu em 1993, a implementação de um sistema PAYT baseado na recolha porta-a-porta com a pesagem dos contentores contratados individualmente, equipados com um *microchip* que permite a identificação entre o contentor e o utilizador.

Devido às características da zona de implementação do sistema (50% área urbana e 50% rural), o tipo de contentor disponibilizado contém dois compartimentos

(indiferenciados e verdes), sendo que cada um é pesado individualmente por veículos de recolha equipados com sistemas de leitura e pesagem, nos casos em que existam utilizadores que realizam compostagem doméstica, são oferecidos contentores com apenas um compartimento. Apesar dos utilizadores poderem solicitar cadeados electrónicos para os seus contentores, poucos utilizadores têm solicitado.

O modelo tarifário aplicado complementa duas componentes: uma tarifa fixa por agregado familiar (11 €/mês), que permite um nível base de utilização do serviço de 300 kg para os resíduos indiferenciados e 250 kg para os resíduos verdes e uma tarifa variável (0,33 €/kg e 0,12 €/kg, respectivamente) no caso de serem excedidos estes limites quantitativos (Aspinwall, 2000).

- **Caso na cidade Les Sorinieres (França)**

Em 1997, neste município rural de França com 6 308 habitantes, foi implementado um sistema piloto com o objectivo de reduzir os custos do serviço de gestão dos resíduos urbanos domésticos do município, de proteger o meio ambiente e tornar o processo mais justo, uma vez que o anterior sistema era cobrado mediante a dimensão da habitação (cerca de 140 €/agregado.ano). Neste sentido, foi implementado um sistema tarifário PAYT com base na recolha de contentores individuais contratados e baseado na medição do volume combinado com a frequência de recolha. Em cada um dos contentores foi instalado um chip electrónico que permite identificar o utilizador e toda a informação necessária, sendo a sua leitura feita nos veículos de recolha equipados com sistemas para tal.

O modelo tarifário introduzido compreende uma tarifa fixa anual contratualizada entre cada utilizador e a entidade gestora. O valor desta tarifa depende da capacidade contractada (contentores de 120, 140 e 240 L) e o número máximo de recolhas (39 recolhas). Caso seja, ultrapassado o número máximo de recolhas, os utilizadores estão sujeitos ao pagamento de uma taxa por cada recolha, este valor varia mediante a capacidade do contentor contractado. Para além disto, foram distribuídos gratuitamente sacos para a recolha de recicláveis.

A implementação deste sistema teve um efeito positivo sobre os níveis de reciclagem e compostagem, entre os 5% e os 10% da população tendo aumentado a compostagem com os resíduos verdes provenientes dos jardins. Este projecto-piloto teve uma resposta positiva de 90% por parte da população (Aspinwall, 2000).

- **Caso da cidade de Landratsamt Orthenau Kreis (Alemanha)**

Tratando-se de um município na sua grande maioria rural e com uma população de 405 000 habitantes, em 1994, foi implementado um sistema PAYT com o intuito de reduzir a produção de resíduos urbanos domésticos e aumentar a reciclagem.

O sistema PAYT aplicado era baseado na medição do volume e na frequência de recolha dos contentores. Os utilizadores do sistema seleccionavam o tamanho do contentor que pretendiam (80, 120 e 240 L) e a frequência de recolha que preferiam (semanal ou quinzenal), à semelhança do exemplo anterior. A factura pelo serviço é cobrada anualmente, fazendo com que o sistema recupere a totalidade dos custos do serviço de gestão de resíduos (recolha de recicláveis, resíduos volumosos e eliminação dos resíduos) (Aspinwall, 2000).

- **Caso da região de Overijssel (Holanda)**

O sistema implementado foi iniciado em 1998 e baseava-se num sistema de tarifação combinado, em que 50% correspondia a uma tarifa fixa por apartamento e os restantes 50% correspondia a uma tarifa variável baseada no volume de resíduos e a frequência de recolha. Sendo assim, em cada contentor adquirido pelos utilizadores foi instalado um *microchip* para que, o veículo de recolha quando fosse recolher os resíduos pudesse identificar o utilizador, o número de vezes que determinado agregado familiar coloca os resíduos no contentor para recolha. Foram disponibilizados contentores de diversas capacidades (40, 80, 120 e 240 L). No caso dos edifícios, os contentores que são partilhados entre os moradores estão protegidos com chave electrónica ou password, contra o uso não autorizado de outras pessoas. Este sistema recebeu muito apoio por parte dos moradores locais (Aspinwall, 2000).

- **Caso da cidade Gothenburg (Suécia)**

O sistema implementado em 1995 é baseado no volume produzido e frequência de recolha. Aos utilizadores é dado a escolher se quer contentores de pequenas ou grandes dimensões e se pretendem uma recolha semanal ou quinzenal. Assim sendo, as maiores tarifas são aplicadas aos utilizadores com os contentores de maiores dimensões e maiores frequências de remoção. São ainda fornecidos gratuitamente 4 sacos a cada agregado familiar por ano, outros tipos de sacos não

são recolhidos. Os utilizadores deste serviço podem escolher se não realizam a separação dos seus resíduos e com isto ocorre um aumento de 20% da tarifa ou se realizam a separação dos seus resíduos e têm um desconto de 20% na tarifa. Com a aplicação destas políticas, entre 1990 e 1997, o volume de resíduos depositados em aterro decresceu de 44% para 31% e a reciclagem aumentou de 12% em 1990 para 25% em 1997 (Aspinwall, 2000).

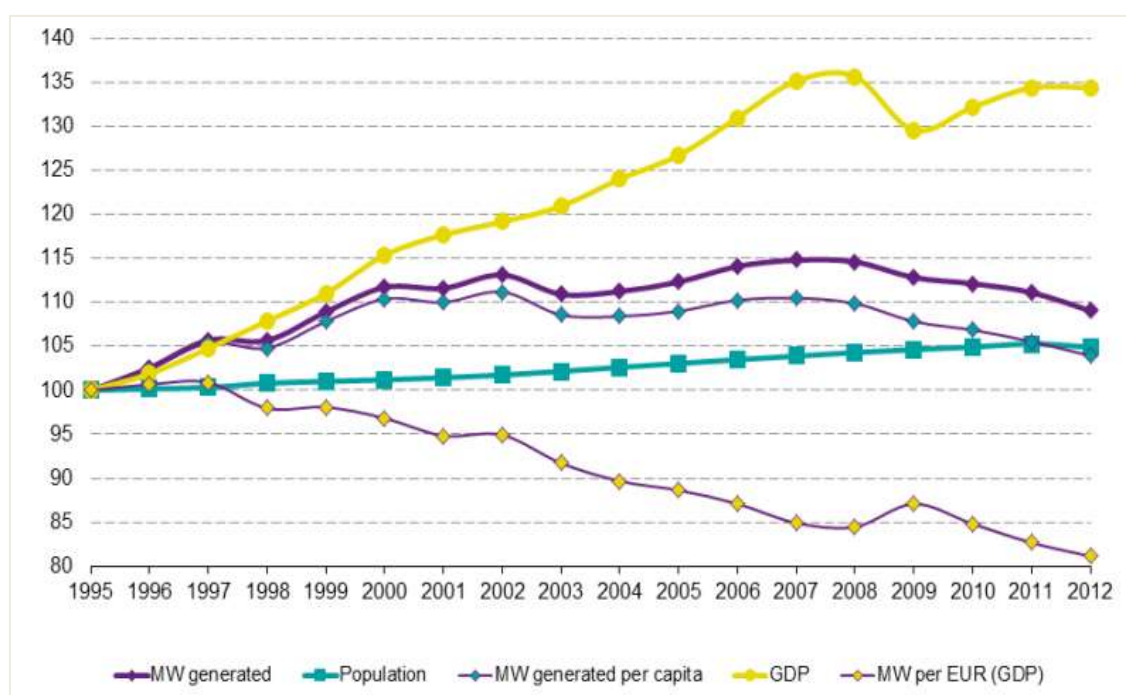
- **Caso da cidade de Zurich (Suíça)**

Em 1993, foi implementado nesta cidade um sistema de tarifação baseado na combinação entre uma taxa fixa e uma taxa variável em função do peso dos sacos que os utilizadores têm de comprar em lojas autorizadas, e apenas são estes sacos amarelos bem identificados que são recolhidos, pela entidade gestora e pesados nos veículos de recolha. Os sacos podem ser de diferentes tamanhos: 17, 35, 60 e 110 L, também são fornecidos sacos sem qualquer custo adicional, para o uso no sistema de recolha dos resíduos recicláveis, permitindo assim que os utilizadores reduzam a quantidade de resíduos indiferenciados produzidos. Este sistema teve um impacto positivo na redução de 136 000 t em 1992 para 100 000 t em 1999 e permitiu aumentar a quantidade de resíduos encaminhados para reciclagem, de 25 000 t em 1992 para 55 000 t em 1999 (Aspinwall, 2000).

## 2.8. Quantificação dos RU na Europa e em Portugal

### 2.8.1. Na Europa

Como já foi referido anteriormente, a União Europeia enfrenta um grande problema relativamente à quantidade de resíduos urbanos gerados. Várias medidas foram implementadas para combater este problema, estas incidem principalmente na separação na fonte, na redução do encaminhamento dos RUB com destino o aterro, e na valorização orgânica e material dos resíduos, mas sem desprezar, a clara separação que existe entre o crescimento económico e à produção de resíduos, **Figura 2.**



**Figura 2** - Comparação entre os resíduos urbanos produzidos, população, resíduos urbanos *per capita*, PIB e resíduos urbanos produzidos por Euro (PIB) na UE-27 entre 1995 e 2012.

(Fonte: Eurostat, 2014)

Como é possível verificar pela **Figura 2**, é evidente a necessidade de resolução dos problemas enunciados anteriormente nomeadamente, a quantidade de resíduos gerados. É visível que na UE-27 (União Europeia dos 27) ocorreu um crescimento constante na produção de resíduos urbanos, desde 1995 a 2002, durante este período os resíduos urbanos produzidos cresceram 29,7 milhões de toneladas,

passando de 226,2 milhões de toneladas para os 255.8 milhões de toneladas. Isto corresponde a um aumento em 13% no total de resíduos produzidos. Entre 2003 e 2004, esta tendência foi interrompida, tal situação pode ser atribuída de certa forma a mudanças na metodologia e classificação que ocorreram em vários países europeus durante o período em torno de 2002 (Eurostat, 2014).

Mas como se pode verificar no gráfico, de 2004 a 2008 seguiu-se um novo aumento até aos 259,2 milhões de toneladas, depois disso ocorreu uma diminuição constante para as 246,6 milhões de toneladas de resíduos produzidos até 2012. A redução da quantidade de resíduos produzidos na UE-27, deve-se em muito a medidas tomadas pelos países de desviar ou até mesmo de encaminhar os resíduos para aterro sanitário, contribuindo assim para um aumento da reciclagem, compostagem e incineração, bem como a introdução da responsabilidade do produtor, pode ter contribuído para a redução dos RU produzidos. O indicador dos resíduos urbanos produzidos *per capita* seguiu o indicador dos resíduos produzidos até 2002 (Eurostat, 2014).

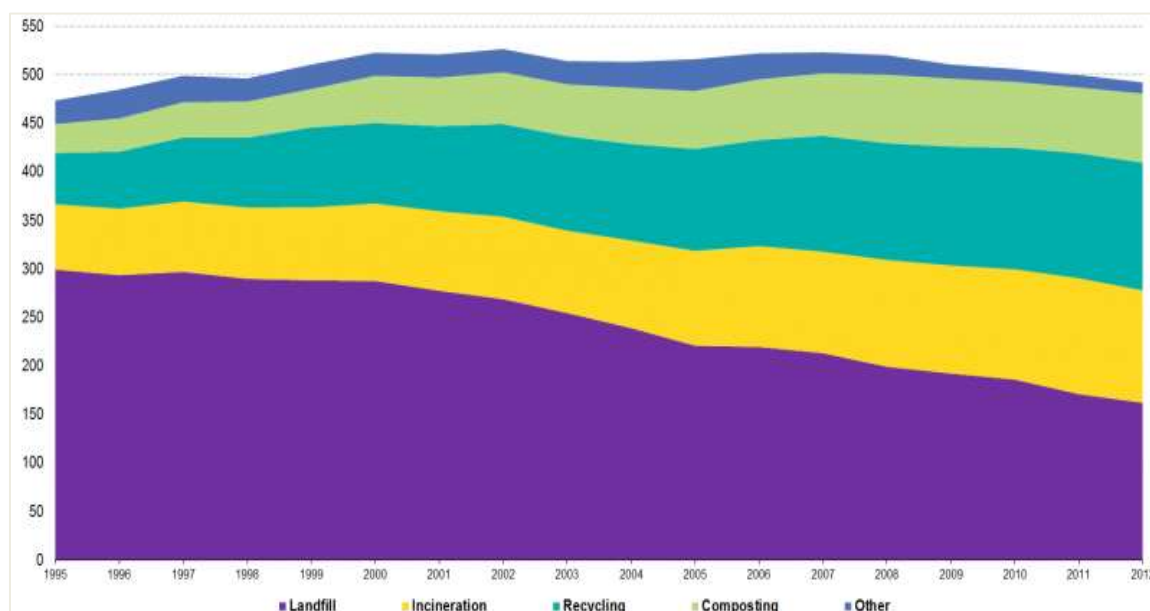
Em 2012, na UE-27, a produção de resíduos urbanos ascendeu até aos 247 milhões de toneladas, o que corresponde a 492 kg/hab.ano, em 2010 e 2011 a quantidade de resíduos produzidos por habitante foi de 506 e 500 kg, respectivamente. A tendência é para a diminuição da quantidade de resíduos produzidos pelos europeus (Eurostat, 2014).

A linha que corresponde ao Produto Interno Bruto (PIB) que corresponde ao Gross Domestic Product (GDP), entre 1995 a 2012 evidência uma tendência de crescimento, a produção de resíduos urbanos ao longo deste período foi ultrapassado claramente pelo crescimento económico. O indicador da produção de resíduos urbanos com EURO (PIB), relaciona o crescimento económico com a produção de RU. Até 2002 houve um decréscimo moderado, de 0,7% ao ano, entre 2002 e 2008 ocorreu uma queda acentuada de 1,9% ao ano, mas em 2009 foi mais acentuado ainda o decréscimo económico com a produção de resíduos, fazendo com que a quantidade de resíduos produzidos chega-se a valores iguais a 2006, 22,5 kg por Euro. Os dados apresentados não mostram de uma forma conclusiva que a produção de resíduos na UE atingiu o seu pico, porque este decréscimo depois de 2008 deve-se em grande parte, à crise económica. Vai ser interessante

ver a tendência da economia a recuperar. Os números apresentados, contudo, não são suficientemente esclarecedores em relação à produção de resíduos e em particular à taxa *per capita*, se estes têm tido uma tendência de abrandamento desde 2002 (Eurostat, 2014).

Na **Figura 3** apresentada em seguida, está representado o destino dado aos resíduos urbanos, entre 1995 e 2012 na UE-27.

A deposição de resíduos urbanos em aterro sanitário continua a ter maior percentagem, em 2012, esta atingiu os 34%, seguindo-se a reciclagem (27%), inceneração (24%) e por fim a compostagem (15%) (Schorr & Blumenthal, 2014). Em 2012 foram tratados 247 milhões de toneladas de RU, que corresponde a 492 kg gerados *per capita* e a 480 kg tratados *per capita* (Eurostat, 2014).



**Figura 3** - Destino dado aos resíduos urbanos na Europa, em relação à quantidade de resíduos produzidos pelos habitantes (kg/hab.ano) na UE.

(Fonte: Eurostat, 2014)

A quantidade de RU produzidos tem vindo a aumentar, mas a taxa de deposição dos RU em aterro sanitário tem vindo a diminuir, passou de 63% em 1995 para os 34% em 2012, como se pode observar na **Figura 3**. A quantidade total de resíduos urbanos depositados em aterro sanitário na UE-27 no período em estudo, diminuiu em 43% (61,7 milhões de toneladas), ou seja, passou de 143 milhões de toneladas



(300 kg *per capita*) em 1995, para 81,2 milhões de toneladas (162 kg *per capita*) em 2012 (Eurostat, 2014).

Esta redução deve-se em parte à legislação europeia implementada, como é o caso da Directiva 2004/12/CE, relativa a embalagens e resíduos de embalagens. Esta directiva impôs metas aos estados-membros até 2011, em que pelo menos 60% dos resíduos de embalagens deviam ser valorizados ou incinerados com recuperação de energia e deviam ser reciclados entre os 55% e os 80% destes resíduos. A Directiva 1999/31/CE também permitiu esta redução uma vez, que estipulou o desvio de RUB de aterros aos estados-membros para 2006, 2009 e 2016 em relação aos produzidos em 1995 de, 75%, 50% e 35%, respectivamente. Como consequência desta legislação, a quantidade de resíduos reciclados subiu de 25,1 milhões de toneladas (53 kg *per capita*) em 1995 para os 65,9 milhões toneladas (132 kg *per capita*) em 2012, o que corresponde a uma taxa anual de 5,8% (Eurostat, 2014).

Em relação, à valorização dos resíduos orgânicos por compostagem verifica-se pela figura apresentada em cima que esta tem vindo a crescer na Europa, a uma taxa média anual de 5,5% (Eurostat, 2014). Em 2012, a reciclagem e a compostagem juntas corresponderam, a 42% do tratamento dado aos RU na UE (valor que em 1995 era de apenas 18%), já na Alemanha, Áustria e Bélgica mais de 50% dos RU, em 2012, foram reciclados e compostados (respectivamente, 65%, 62% e 57%) (Schorr & Blumenthal, 2014).

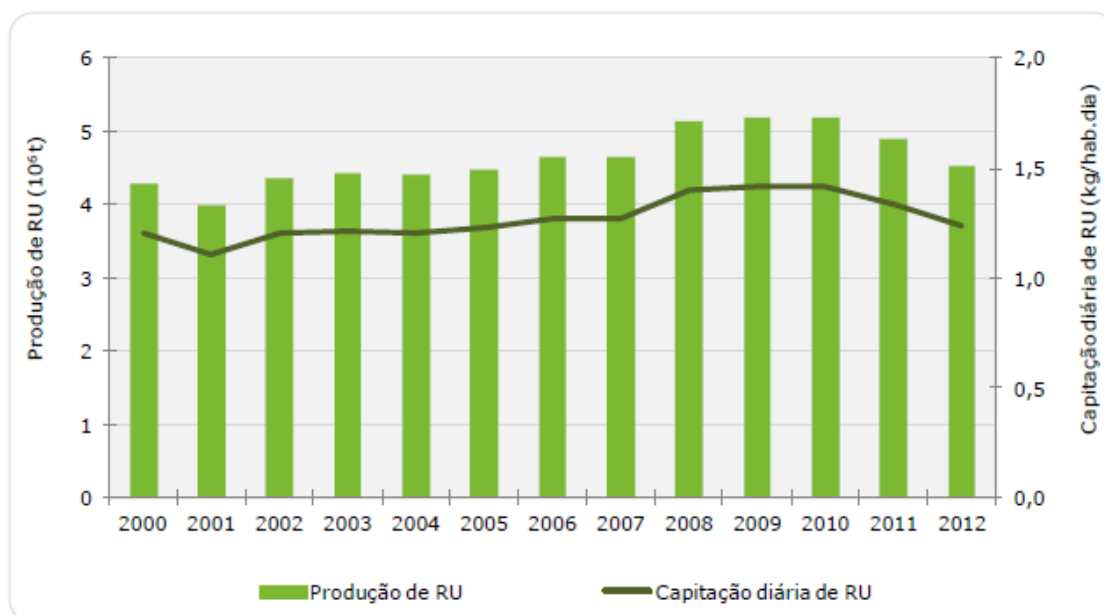
A inceneração dos resíduos tem crescido, mas não muito acima da reciclagem e da compostagem como é referido anteriormente, tendo passado dos 32 milhões de toneladas em 1995 para as 58,1 milhões toneladas em 2012 (Eurostat, 2014).

### 2.8.2. Em Portugal

O PERSU II para a produção de RU, definiu para o ano de 2012 como meta a produção de 5,078 milhões de toneladas em Portugal continental e regiões autónomas. No entanto, no ano referido a produção total de RU fixou-se nos 4,782 milhões de toneladas, ficando abaixo da meta imposta pelo plano (Silva, Mateus, Marçal, Ricardo, & Pires, 2013).

Na **Figura 4**, é possível verificar a produção total de RU em Portugal continental, e referir que para o ano de 2012, esta atingiu cerca de 4,528 milhões de toneladas, o

que corresponde a uma capitação anual de 454 kg/hab.ano, o que representa uma produção diária de 1,24 kg/hab (Dias, *et al.*, 2014).

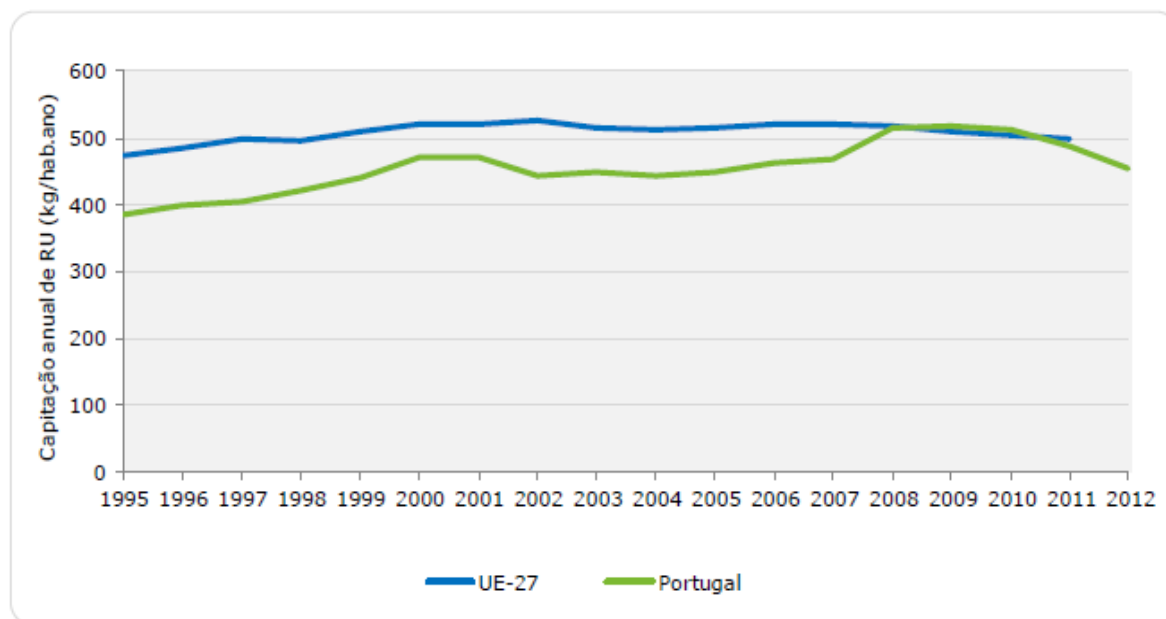


**Figura 4** - Produção e capitação de resíduos urbanos em Portugal continental.

(Fonte: Dias, *et al.*, 2014)

Os valores referidos no parágrafo anterior correspondem, a uma redução de aproximadamente 7,4% em relação a 2011 e em 6,8% na capitação, verificando-se assim uma mudança na tendência de crescimento da produção de RU em Portugal como se pode observar até ao ano de 2010 (Dias, *et al.*, 2014). Pela figura, é possível a analisar o nível de capitação diária de RU, que a par da produção, tem oscilado ao longo dos anos. Ou seja, a capitação diária de RU tem acompanhado a instabilidade da produção de RU.

Apesar de Portugal entre 1995 e 2008, apresentar uma tendência de crescimento, registou neste período uma produção de RU *per capita* sempre inferior à média da UE-27 (**Figura 5**). Mas entre 2009 e 2010, Portugal ultrapassou o valor de capitação média anual da UE-27 dos resíduos produzidos, sendo que a partir de 2009 mostra uma tendência de redução dos RU produzidos *per capita*. Como é possível observar na figura, a capitação média europeia era de 492 kg/hab.ano em 2012, superior à capitação anual nacional de 454 kg/hab.ano (Dias, *et al.*, 2014).



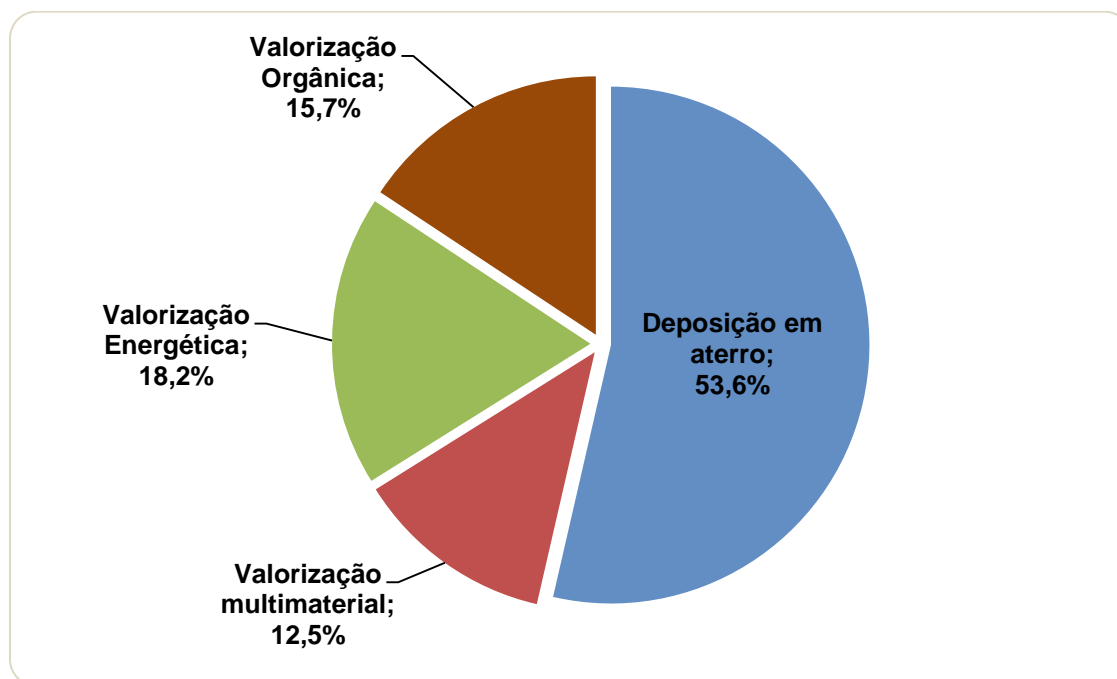
**Figura 5** - Capitação anual de resíduos urbanos produzidos em Portugal e na UE.

(Fonte: Dias, *et al.*, 2014)

Portugal, enquanto Estado-Membro da União Europeia dos 27 possui objectivos bem definidos para uma gestão adequada dos resíduos urbanos, essas metas estão inseridas no Plano Estratégico para os Resíduos Sólidos Urbanos 2007-2016 (PERSU II). Os objectivos passam por apostar na prevenção da produção de RU, em garantir uma adequada gestão dos RU, em específico no que respeita: as embalagens e resíduos de embalagens (cumprimento das metas de reciclagem e valorização definidos para 2011); desvio dos resíduos urbanos biodegradáveis de aterro e a recolha de resíduos de papel/cartão não embalagem (objectivos nacionais) (Correia, 2007).

Em Portugal continental, em relação ao total de resíduos urbanos recolhidos em 2012, 85,9% correspondem à recolha de indiferenciados e 14,1% à recolha selectiva, ao comparar com o ano de 2011 a recolha selectiva decresceu ligeiramente cujo valor chegou aos 14,8% (Dias, *et al.*, 2014).

Estes resíduos urbanos produzidos tiveram que ser encaminhados de ser recolhidos e encaminhados para diversos destinos. Na **Figura 6**, estão identificados os vários destinos que foram dados aos resíduos urbanos em 2012, em Portugal continental.



**Figura 6** - Distribuição dos destinos de RU em Portugal Continental em 2012.

(Fonte: Dias, *et al.*, 2014)

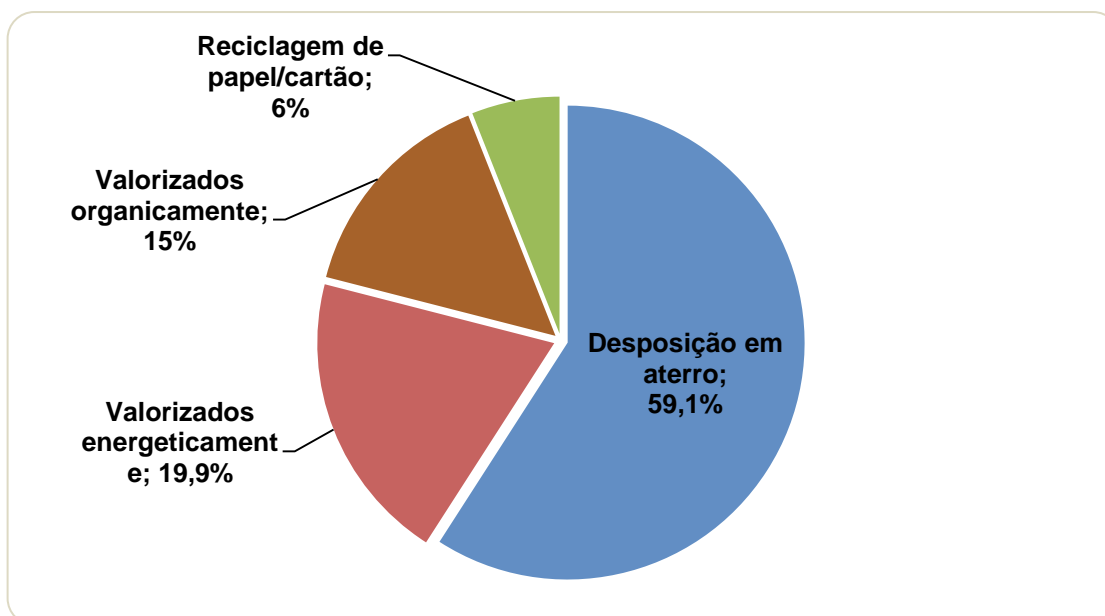
Na **Figura 6**, é possível ver as percentagens dos diferentes destinos dos RU. Em 2012, foram produzidos aproximadamente 4,528 milhões de toneladas de RU, que tiveram diversos destinos, a maior percentagem dos resíduos urbanos teve como destino a deposição em aterro (53,6%) e a valorização energética (18,2%). Em relação a 2011, a deposição em aterro, a valorização energética e a valorização multimaterial sofreram uma redução em relação às quantidades de RU encaminhados para estes destinos. Em 2012, a deposição em aterro, a valorização energética e valorização multimaterial reduziram em 13,8%, 15,9% e em 14,7%, respectivamente, em relação a 2011, a valorização orgânica em contrário sofreu um aumento considerável, 61,8%, em relação ao ano de 2011, este aumento deve estar provavelmente relacionado com início de funcionamento das novas instalações de valorização orgânica, as unidades de Tratamento Mecânico e Biológico (TMB) (**Anexo A**) (Dias, *et al.*, 2014).

### 2.8.2.1. RUB desviados de aterros

Foram estabelecidas metas a nível nacional pelo PERSU II, para o período de 2007 a 2016, com orientações e objectivos bem claros, relativamente ao desvio de resíduos urbanos biodegradáveis com destino os aterros sanitários, através da sua valorização, para os horizontes de 2009 e 2016.

Existiu a necessidade fazer-se uma recalendarização das metas de desvio de RUB de aterro, segundo o Artigo 8.º do Decreto-Lei n.º 183/2009 de 10 de Agosto de 2009, a meta passa por reduzir em 50% da quantidade total produzida em 1995 da deposição em aterro de RUB, até Julho de 2013 e numa redução para 35% da quantidade total produzida em 1995 dos RUB para deposição em aterro até Julho de 2020.

Em 2012, os RUB em Portugal continental tiveram diversos destinos, **Figura 7**.

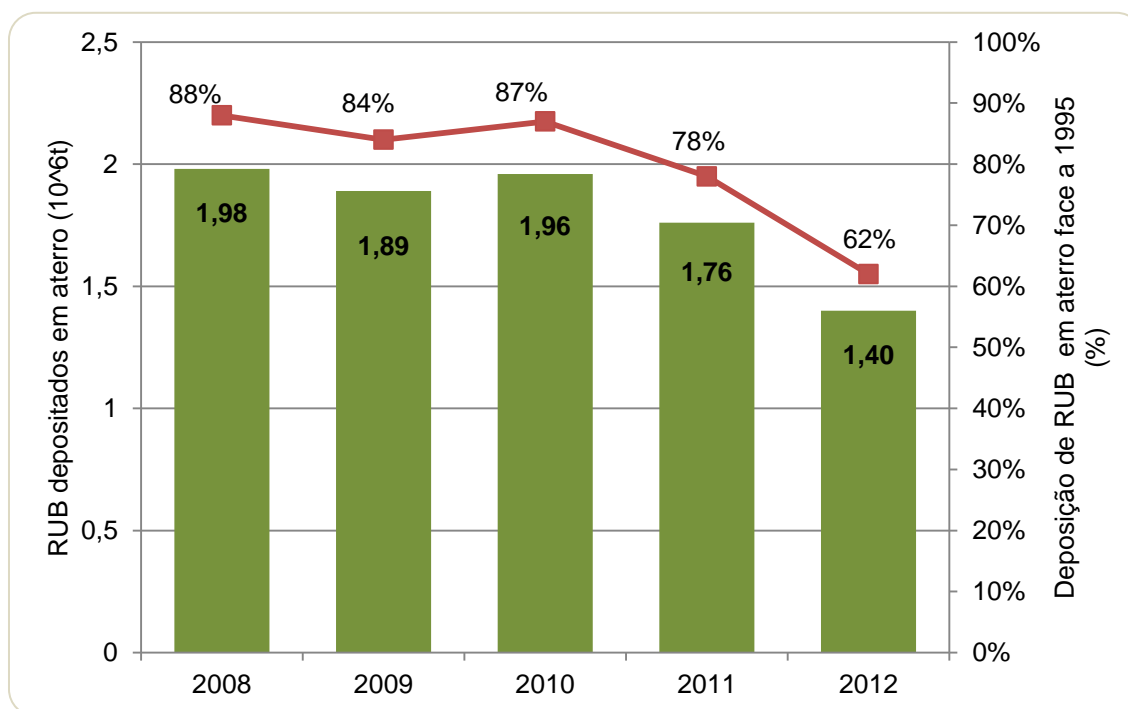


**Figura 7** - Destino final dos RUB em 2012.

(Fonte: Dias, *et al.*, 2014)

Do total de resíduos urbanos produzidos em Portugal em 2012, 54,5% corresponderam a RUB (2,468 milhões de toneladas) (Dias, *et al.*, 2014). Em relação ao destino dado aos RUB observa-se que, a grande fatia continua a ser a deposição em aterro 59,1%, 19,9% teve como destino a valorização energética, 15% foi valorizado organicamente e os 6% corresponde à reciclagem de papel e cartão.

Na figura seguinte, **Figura 8**, pode-se ver a evolução da deposição dos RUB em Portugal desde de 2008 a 2012.



**Figura 8** - Evolução dos quantitativos de RUB depositados em aterro.

(Fonte: Silva, Mateus , Marçal, Ricardo, & Pires, 2013)

Analisando os dados apresentados na **Figura 8**, são apresentados indicadores muito positivos desde 2008, com uma redução das quantidades de RUB encaminhados para aterro sanitário na casa dos 29% (5%/ano). No caso da meta de redução em 50% os RUB desviados de aterro (% 1995), fosse para 2012 esta meta não seria atingida, uma vez que a quantidade de RUB depositados em aterro em 2012 foi de 62% (Silva, Mateus , Marçal, Ricardo, & Pires, 2013).

Até a data da elaboração deste relatório ainda não encontravam-se disponíveis dados em relação aos RUB depositados em 2013, mas sabe-se que a implementação das novas directivas para a valorização tem sofrido atrasos, bem como o surgimento de alguns problemas na implementação da recolha selectiva dos RUB (nomeadamente com entrada em funcionamento em pleno de novas instalações de TMB), fazendo assim com que se tenha tornado difícil o cumprimento da meta até Julho de 2013 para reduzir para 50% (% 1995) da deposição de RUB em aterro sanitário (APA, 2014).

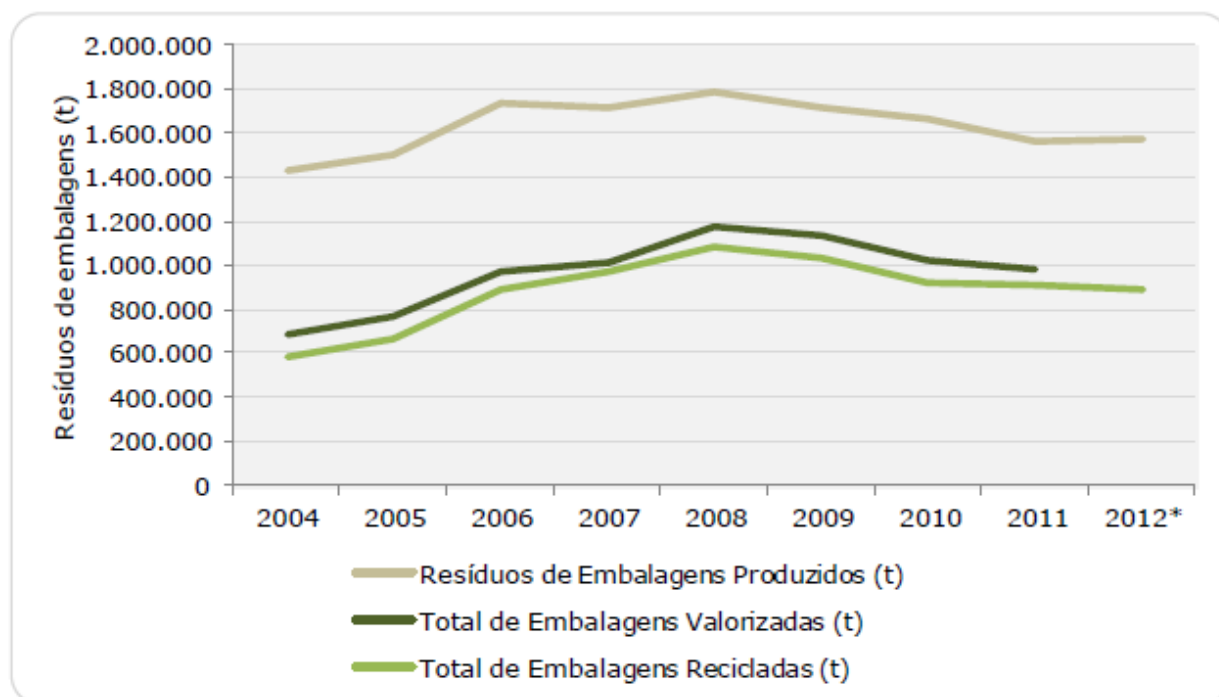
Embora o aterro sanitário continue a ser o destino mais usado para os resíduos urbanos, tem-se verificado um aumento no desvio de resíduos para outras opções de valorização, seguindo a linha de hierarquia da gestão de resíduos.

Uma gestão cada vez mais adequada dos RU, bem como a adopção de políticas baseadas nos princípios fundamentais da gestão de resíduos, como as mudanças que têm acontecer nos padrões de consumo e no comportamento da população em Portugal em relação à separação na fonte, tem sido um importante contributo para que a produção de resíduos ter vindo a reduzir, além de permitir o cumprimento dos objectivos a que Portugal se propôs no âmbito da gestão dos resíduos urbanos.

#### **2.8.2.2. Embalagens e Resíduos de Embalagens**

Portugal em relação às Embalagens e Resíduos de Embalagens (RE) comprometeu-se a alcançar as metas de valorização e reciclagem para estes resíduos, fixadas pelo Decreto-Lei n.º 92/2006, de 25 de Maio de 2006, que transpõe para ordem jurídica interna a Directiva 2004/12/CE. Estas metas passam em atingir até ao final de 2011, em relação ao peso, um mínimo de valorização de 60%, sendo que pelo menos 55% deveria corresponder a reciclagem, com metas específicas de reciclagem, de 60% para RE de papel/cartão e de vidro, 50% para o metal, 22,5% para o plástico e 15% para a madeira.

Na **Figura 9**, são apresentadas as quantidades de resíduos de embalagens produzidos, valorizados e reciclados em Portugal, entre 2004 e 2012.



\*Dados provisórios

**Figura 9** - Resíduos de Embalagem produzidos, reciclados e valorizados em Portugal.

(Fonte: Dias, *et al.*, 2014)

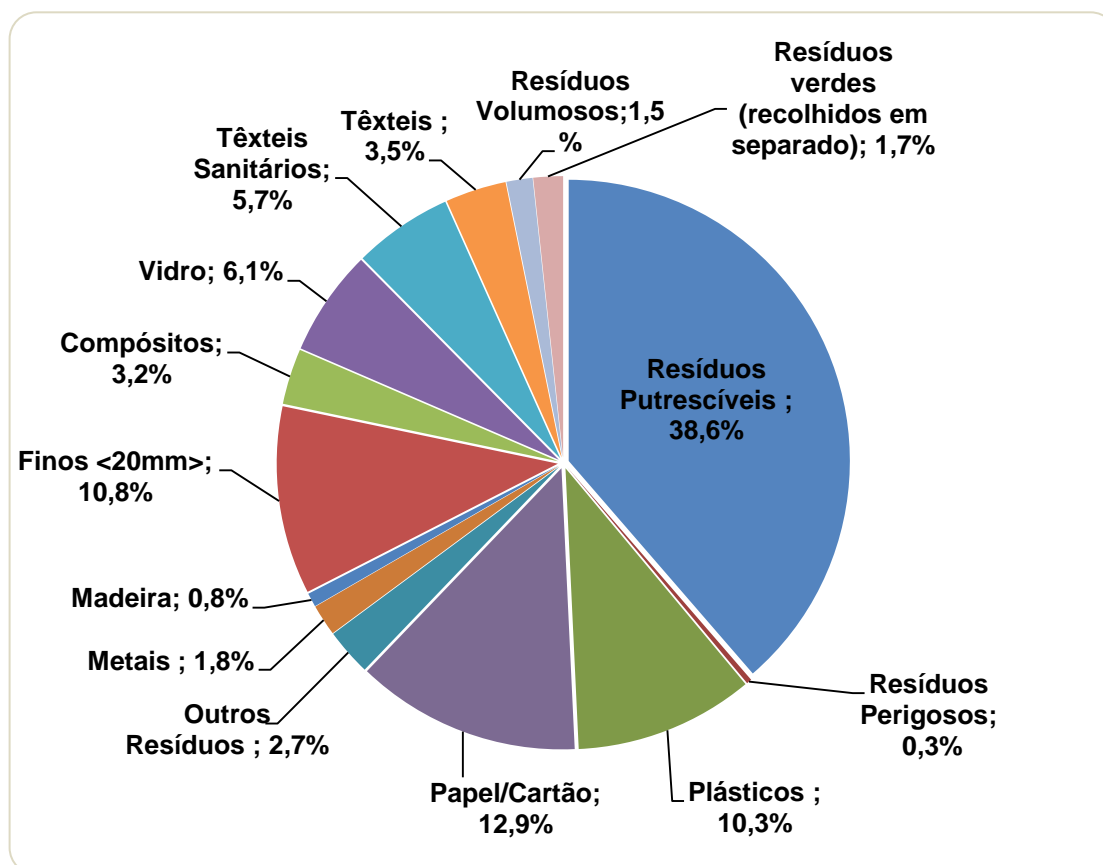
Analisando a **Figura 9**, de 2004 a 2008 evidenciou-se uma tendência de crescimento da valorização e reciclagem dos resíduos de embalagem e a partir de 2008 ocorreu a um decréscimo na produção de resíduos de embalagem até ao ano de 2011. Em 2012, foram produzidos 1,57 milhões de toneladas de RE, verificando-se sensivelmente a mesma quantidade produzida para o ano anterior, mostrando uma tendência de estabilização. Apesar dos valores para 2012 serem ainda provisórios, e de não existir até à data disponíveis os valores de valorização de RE para este ano, em 2012 registou-se uma taxa de reciclagem de RE de 56,6%, valor superior à meta de 55% estabelecida para 2011, mas inferior ao verificado no ano anterior com uma taxa de reciclagem de 58% (Dias, *et al.*, 2014).

Apesar de não estarem ainda disponíveis valores em relação à valorização dos resíduos de embalagem referentes a 2012, salienta-se que desde 2007 o valor da taxa de valorização se encontra acima da meta dos 60% estabelecida para 2011. De um modo geral todos os materiais apresentam uma taxa de reciclagem acima da meta estabelecida para 2011, com excepção do vidro e em relação à valorização a meta de 60% no seu geral, tem sido ultrapassada desde de 2007 (Dias, *et al.*, 2014).



### 2.8.2.3. Caracterização física dos RU em Portugal

Na **Figura 10** são apresentados os resultados da caracterização física dos resíduos urbanos produzidos em Portugal, levada a cabo pela Agência Portuguesa do Ambiente (APA). Esta caracterização foi realizada tendo como base as especificações técnicas da Portaria n.º 851/2009 de 7 de Agosto de 2009.



**Figura 10** - Caracterização física dos RU em Portugal em 2012.

(Fonte: Silva, Mateus , Marçal, Ricardo, & Pires, 2013)

No que corresponde à caracterização física média dos RU em 2012, e como é possível observar-se pela **Figura 10**, que a fracção biodegradável (resíduos putrescíveis) apresenta a maior percentagem de quantidade produzida, 38,6%. Muito se tem evoluído e feito no que se refere aos resíduos urbanos e isso vê-se com a redução dos resíduos com destino o aterro, mas este valor ainda mostra a necessidade em investir na valorização orgânica, na reciclagem e na incineração com recuperação de energia (Silva, Mateus , Marçal, Ricardo, & Pires, 2013).

Ainda sobre a **Figura 10**, do total de resíduos urbanos produzidos em Portugal, cerca de 54,5%<sup>2</sup> corresponde a RUB, este valor ficou ligeiramente abaixo da meta estabelecida a quando da elaboração do PERSU II (56%)<sup>3</sup>. A percentagem de resíduos recicláveis que existem na composição dos RU é elevada, podendo estes ser passíveis de valorização, justificando assim a aplicação de medidas concretas para a sua recuperação. Esta composição dos RU é justificada por hábitos de consumo muito semelhantes na sociedade, muito direccionadas para o consumo e necessidades básicas, que depois de satisfeitas, passaram a incluir novos produtos para satisfação de novas necessidades (secundárias), e por muitas vezes tornam-se supérfluas (Silva, Mateus, Marçal, Ricardo, & Pires, 2013).

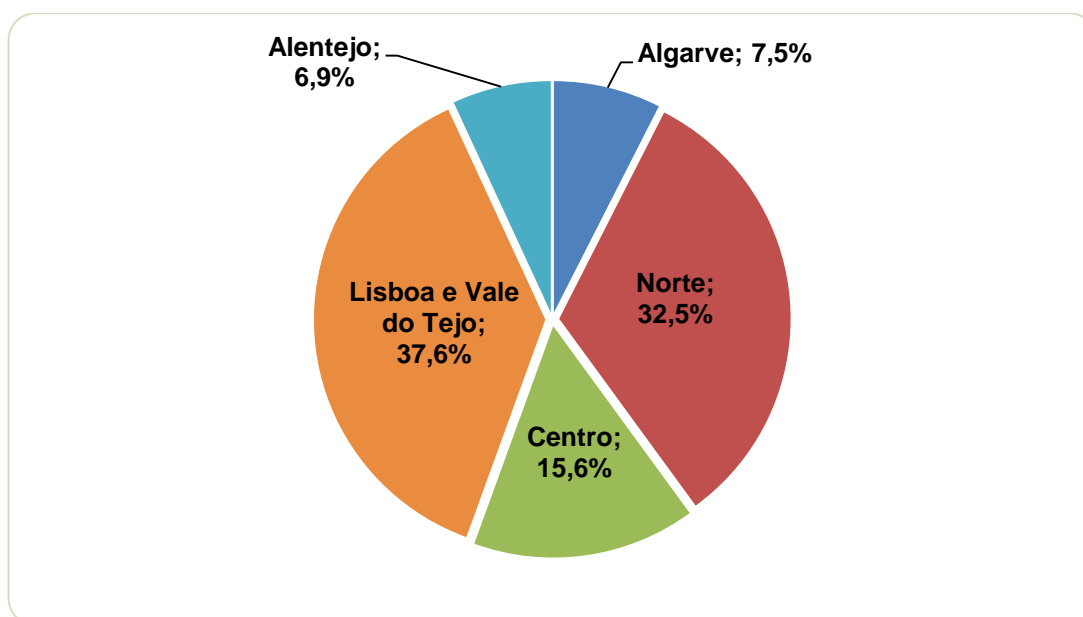
---

<sup>2</sup> Este valor corresponde à soma das categorias de bio-resíduos, resíduos verdes (recolhidos em separado) e do papel/cartão incluindo ECAL. Esta monitorização levada a cabo pela APA, foi realizada conforme os pressupostos adoptados para a monitorização do cumprimento da Directiva Aterros.

<sup>3</sup> Este valor foi adoptado baseado no estudo sobre a avaliação do potencial de produção de Combustível Derivado de resíduos (CDR) em Portugal em 2006.

#### 2.8.2.4. Resíduos Urbanos a nível regional em Portugal

Em 2012 e observando a **Figura 11**, em termos regionais, a região de Lisboa e Vale do Tejo apresenta a maior percentagem de resíduos urbanos com uma percentagem de 37,6%, seguindo-se a região do Norte com 32,5%. O Concelho de Aveiro, segundo a Nomenclatura das Unidades Territoriais para Fins Estatísticas de Portugal (NUTS)<sup>4</sup>, está inserido na região centro que é a terceira região de Portugal continental onde foram produzidos mais resíduos urbanos, 15,6%.

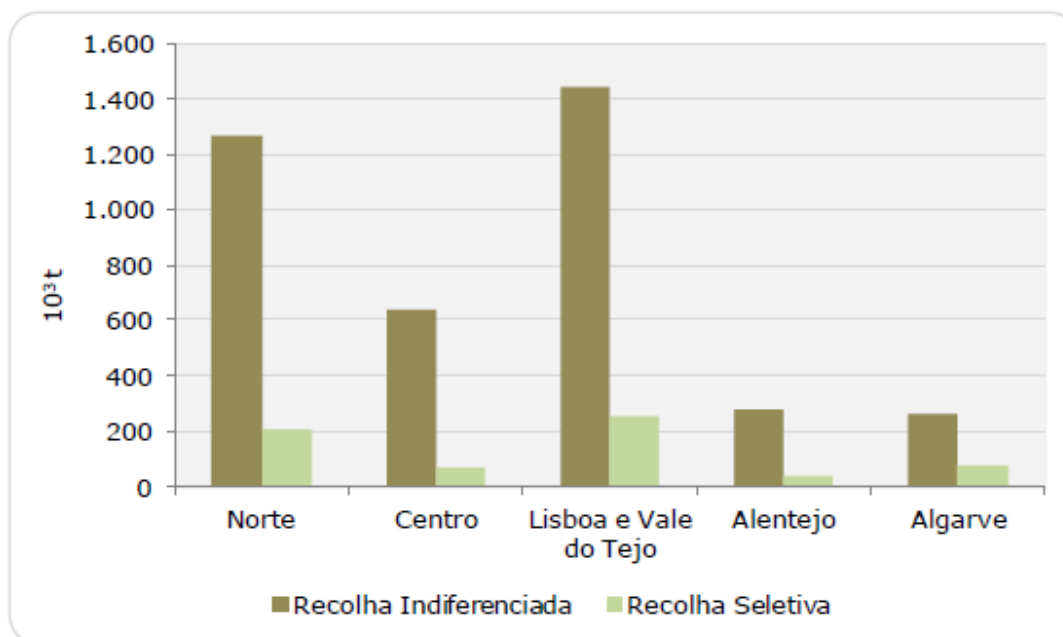


**Figura 11** - Produção de resíduos urbanos em Portugal, por região, em 2012.

(Fonte: Dias, *et al.*, 2014)

---

<sup>4</sup> As Nomenclaturas das Unidades Territoriais Estatísticas de Portugal (NUTS) designam as sub-regiões nas quais se divide o território Português, conforme o Regulamento (CE) n.º 1059/2003 do Parlamento Europeu e do Conselho de 26 de Maio de 2003. As sub-regiões estatísticas são divididas em três níveis – NUTS I, NUTS II e NUTS III.



**Figura 12** - Produção de resíduos urbanos em Portugal, por região, em 2012.

(Fonte: Dias, *et al.*, 2014)

A **Figura 12**, apresentada em cima, mostra que em termos absolutos tanto a recolha indiferenciada como a recolha selectiva de resíduos urbanos alcançaram valores mais expressivos nas regiões de Lisboa e Vale do Tejo e na região do Norte, isto deve-se ao facto de nestas zonas estarem situados os maiores centros populacionais, levando assim a uma maior produção de resíduos urbanos. O Concelho de Aveiro como já foi referido em cima no texto, está inserida na zona centro, verifica-se que esta foi a terceira zona onde se recolheu mais resíduos urbanos em 2012. As regiões do Alentejo e do Algarve são as regiões onde são recolhidos menos resíduos urbanos.

Fica evidente pela **Figura 12**, a grande diferença que existe a quantidade recolhida indiferenciadamente e a selectivamente.

### 3. Material e métodos

#### 3.1. Descrição da área de estudo

O município de Aveiro está em crescimento nos últimos anos e por consequência tem levado a um aumento da produção de resíduos urbanos em Aveiro, designadamente de origem urbana, comercial, industrial e hospitalar, a par do que se sucede em todo o território nacional, o que faz tornar-se um dos principais problemas ambientais (SMA, 2013).

O município de Aveiro tem uma área de 197,58 Km<sup>2</sup> e uma população total residente equivalente de 78 450 habitantes (segundo Censos de 2011) e actualmente encontra-se subdividido em 10 freguesias. O presente caso de estudo prende-se à União de Freguesias da Glória e Vera Cruz, que tem uma densidade populacional de 18 756 habitantes que representa 23,9% da população total e uma área de 45,32 Km<sup>2</sup> que representa 22,9% da área total do município de Aveiro, como se pode verificar na **Figura 13** (SMA, 2013).



**Figura 13** - Freguesias que constituem o município de Aveiro.

(Fonte: Site da CMA: [http://www.cm-aveiro.pt/www/templates/Map.aspx?id\\_class=2357&TM=2357](http://www.cm-aveiro.pt/www/templates/Map.aspx?id_class=2357&TM=2357))

A gestão dos resíduos urbanos em Aveiro até ao dia 1 de Maio de 2014 esteve ao cargo dos Serviços Municipalizados de Aveiro (SMA), mas estes serviços foram extintos, passando a Câmara Municipal de Aveiro (CMA) a ser responsável pela gestão dos resíduos urbanos a partir dessa data.

De acordo com o Artigo 4.º do Edital n.º 495/2014, de 6 de Junho de 2014 do Regulamento de Resíduos Urbanos e Limpeza Pública do município de Aveiro (RRULP), é da responsabilidade da Câmara Municipal de Aveiro enquanto Entidade Titular e nos termos da lei, assegurar a provisão do serviço de gestão de resíduos urbanos e a limpeza pública no território municipal. A autarquia de Aveiro é a Entidade Gestora responsável pela recolha dos resíduos urbanos e do seu respectivo transporte adequado ao destino final e pela adequada higienização e limpeza pública.

No município de Aveiro a gestão dos RU, em particular dos resíduos indiferenciados, passa por duas fases: a recolha/transporte e pelo tratamento/deposição em aterro sanitário. A recolha e transporte são da responsabilidade da empresa SUMA<sup>5</sup> - Serviços Urbanos e Meio do Ambiente, S.A., que depois de recolher os resíduos indiferenciados encaminha para a Unidade de Tratamento Mecânico Biológico (TMB), propriedade da Empresa Multimunicipal de Resíduos Sólidos do Centro, ERSUC – Resíduos Sólidos do Centro, S.A., responsável pela valorização e eliminação dos RU, esta unidade está situada na UF de Eixo-Eirol no lugar de Eirol, em Aveiro, que veio substituir o aterro sanitário de Taboeira, que foi selado. Nesta unidade é realizado o tratamento dos resíduos urbanos, tendo em vista a separação por fluxos diferenciados, de modo a maximizar a recuperação de materiais recicláveis e valorizáveis e a deposição dos resíduos (refugo) que não são possíveis de valorizar no aterro sanitário de apoio (Edital n.º 495/2014, de 6 de Junho de 2014; ERSUC, 2013).

A fracção orgânica resultante da separação na TMB, primeiramente sofre um processo de digestão anaeróbia e em seguida um processo de compostagem, da qual se obtém um composto com propriedades adequadas ao enriquecimento do solo (ERSUC, 2013).

---

<sup>5</sup> A SUMA é formada pela associação estratégica de cerca de três dezenas de empresas com uma ampla e distinta actuação a nível nacional e internacional na área da gestão integrada de resíduos, o que tem permitido reforçar e concertar competências na sua área de intervenção, oferecendo assim múltiplas soluções no âmbito do ciclo de vida dos resíduos. As áreas de actuação passam pela recolha de resíduos, limpeza urbana, gestão e tratamento de resíduos, análises laboratoriais e educação ambiental.

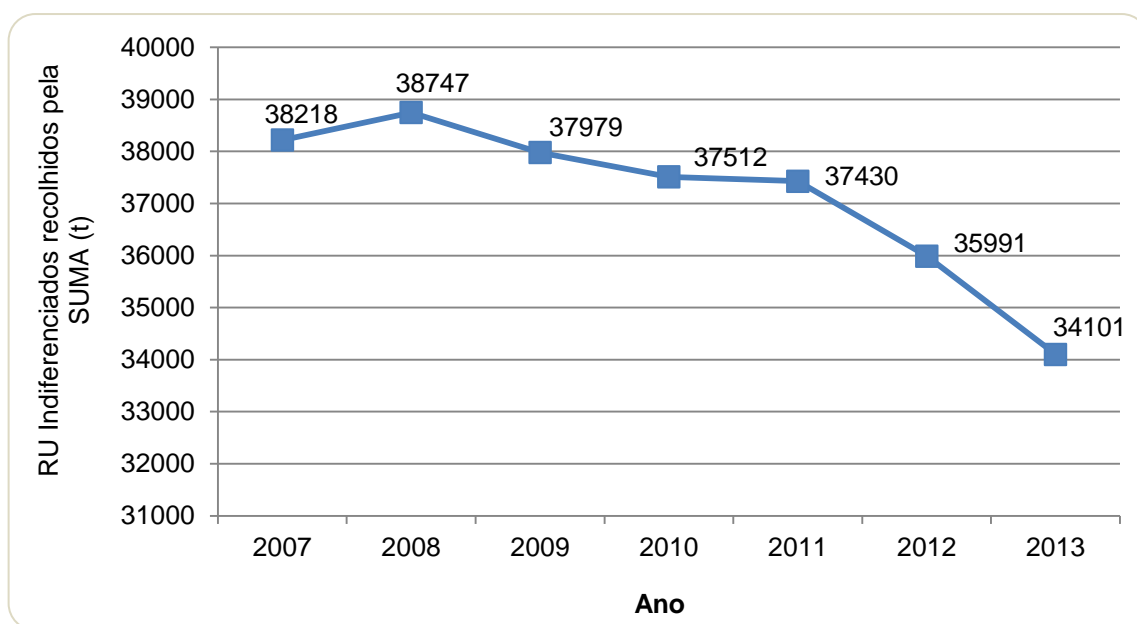
A recolha dos resíduos urbanos colocados nos ecopontos é da responsabilidade da ERSUC, S.A., e por dar o melhor tratamento e posterior encaminhamento para as empresas de valorização de resíduos (Edital n.º 495/2014, de 6 de Junho de 2014).

A recolha de resíduos urbanos tem um peso significativo na ordem dos 62% no município de Aveiro, no custo total aplicado na gestão de RU, isto leva a uma atenção permanente na identificação de possibilidades de melhoria do serviço e nos ganhos de eficiência (SMA, 2013).

### 3.2. Quantidade de RU produzidos em Aveiro

#### ▪ Resíduos Indiferenciados

Na **Figura 14**, apresentada em baixo, é possível ver as quantidades de RU indiferenciados recolhidos pela SUMA no município de Aveiro entre 2007 e 2013.



**Figura 14** - Quantidade de RU Indiferenciados recolhidos pela SUMA.

(Fonte: SMA, 2013)

Através da análise da **Figura 14**, depreende-se que a produção de resíduos urbanos indiferenciados tem desde 2008 vindo a decrescer até ao ano de 2013, esta redução leva assim a uma redução do impacto ambiental e financeiro no município de Aveiro (SMA, 2013).

Comparando o ano de 2013 com o ano de 2012 verifica-se que, a produção de RU indiferenciados reduziu em 5,25%, deve-se sobretudo à conjuntura actual de crise económica e da recessão no consumo por parte das pessoas, bem como ao aumento da emigração que se tem verificado nas diversas regiões de Portugal (SMA, 2013).

Esta contínua redução na produção de RU indiferenciados deve-se também ao facto de os Serviços Municipalizados de Aveiro que desde Janeiro de 2008 passaram a fazer a gestão integrada dos RU e limpeza pública do município de Aveiro por deliberação da Câmara Municipal de Aveiro. Os SMA enquanto entidade responsável pela gestão integrada dos RU até dia 1 de Maio tiveram como uma das principais linhas de actuação, o desenvolvimento, a promoção e ampliação da recolha selectiva de resíduos, uma vez que traz grandes benefícios ambientais, mas também uma sustentabilidade económica no sistema implementado no município. Foram ainda desenvolvidos diversas actividades no âmbito do RU e limpeza pública, nomeadamente, acções de fiscalizações persistentes, acompanhamento dos itinerários de recolha dos RU, de limpeza pública, da lavagem de contentores, como a georreferenciação do equipamento instalado, verificação de apropriações indevidas por privados do equipamento público, a actualização do equipamento público instalado, entre outras actividades (SMA, 2013).

Por fim, procedeu-se à redução dos custos relacionados à capacidade de contentorização instalado realizada através de contractos com instituições/empresas que detinham equipamento público para uso em regime de exclusividade, foi feita uma mudança de local do equipamento de deposição de resíduos urbanos a fim de satisfazer pedidos pertinentes da população aveirense, fazendo uma redistribuição estratégica, retirando de locais em que estavam sub-utilizados, para locais mais carenciados destas infra-estruturas permitindo deste modo uma gestão adequado e sustentável dos RU.

Intervir na fonte, nomeadamente nos produtores domésticos de RU, dado que se trata de uma área bastante importante, em que passa pela implementação de medidas de prevenção ambiental, da adopção de políticas de recolha selectiva, reduzindo assim a produção de RU indiferenciados (SMA, 2013).

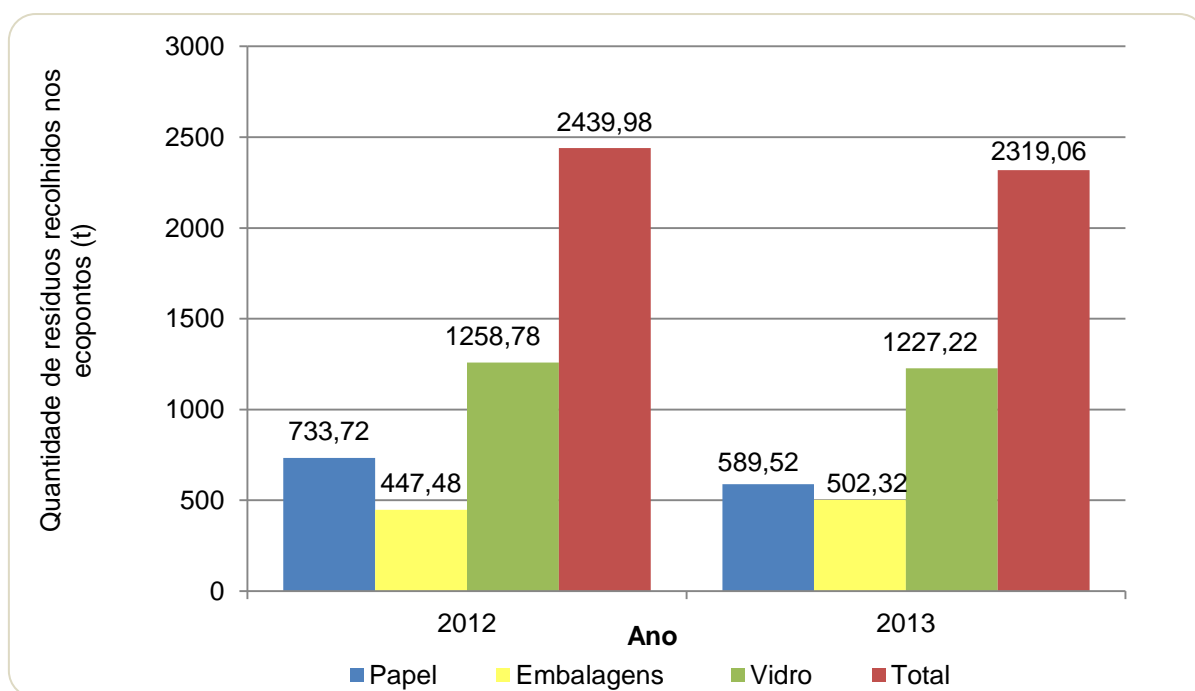


### ▪ Recolha Selectiva

Foi sempre uma aposta dos Serviços Municipalizados de Aveiro a recolha selectiva de resíduos com destino a valorização energética, reciclagem ou compostagem. A recolha dos resíduos dividia-se em recolha porta-a-porta, recolha em ecopontos e recolha no ecocentro, sendo estes diversos serviços recolha prestado a clientes residenciais e institucionais do município (SMA, 2013).

Os resíduos recolhidos através da recolha selectiva vão desde os resíduos verdes, monos, sucata, Resíduos de Equipamentos Eléctricos e Electrónicos, em ecopontos e ecocentro, pilhas e acumuladores, entre outros. Mas neste caso apenas vou falar dos resíduos recolhidos nos ecopontos (papel, embalagens e vidro) (SMA, 2013).

Na **Figura 15**, estão representadas as quantidades de papel, embalagens e vidro recolhidas nos ecopontos na área de Aveiro em 2012 e 2013.



**Figura 15** - Quantidade de papel, embalagens e vidro recolhida nos ecopontos na área de Aveiro em 2012 e 2013 e o seu total.

(Fonte: SMA, 2013)

Fazendo a análise aos dados apresentados na **Figura 15**, observa-se uma redução na quantidade de resíduos recolhidos nos ecopontos pela empresa ERSUC, S.A., apenas as embalagens tiveram um aumento passando de 447,48 t para 502,32 t,

isto resultou num aumento em 12,3% em relação a 2012. A quantidade de papel/cartão e o vidro recolhida nos ecopontos do município de Aveiro sofreu um decréscimo, decrescendo em cerca de 20,1% no papel/cartão e em 2,5% no vidro na quantidade recolhida em 2013. No global em 2013 registou-se uma variação negativa de 5,1% (SMA, 2013).

Estes dados reflectem de uma certa forma toda a conjuntura económica em que Portugal atravessa, as famílias cada vez mais o seu poder económico é baixo, tendo como consequência a redução no consumo por parte das famílias e das empresas também. Uma das razões que podem levar a estes valores é o facto da crise económica em que Portugal atravessa, ter levado a aumento de casos em que materiais, como o papel, metal, cobre cada vez mais são furtados ou recolhidos por terceiros para depois serem vendidos de uma forma ilegal.

Os esforços levados a cabo pelos Serviços Municipalizados de Aveiro em promover e aumentar os resíduos recolhidos selectivamente tem tido os seus frutos, em 2013 foram recolhidos em Aveiro 2864 toneladas de resíduos valorizáveis, mais 110 toneladas que no ano transacto, neste foram recolhidos 2754 t de resíduos valorizáveis. Assim sendo, em 2013, foram recolhidos mais 3,97% de resíduos valorizáveis em relação a 2012, desde resíduos recolhidos em ecopontos, ecocentro, resíduos verdes, monos, roupa/calçado, sucata, REEE, entre outros (SMA, 2013).

A taxa de reciclagem aumentou em 2013 para 8,4% (34 101 t de resíduos indiferenciados e 2864 t de resíduos selectivos), enquanto que, em 2012 a taxa de reciclagem atingiu os 7,1% (SMA, 2013).

É de todo o interesse continuar aumentar os serviços de recolha selectiva de porta-a-porta de resíduos de verdes provenientes dos jardins das habitações, dos cemitérios, mas também recolher resíduos orgânicos provenientes das cozinhas das habitações, dos restaurantes e cantinas e através de ecopontos instalados na via pública (SMA, 2013).

A quantidade de resíduos urbanos indiferenciados e dos resíduos recolhidos selectivamente tem continuamente vindo a reduzir. No entanto, e de modo a que o município de Aveiro se aproxime dos níveis propostos pela Comissão Europeia em

matéria dos RU e também em relação a alguns países europeus, é essencial que adoptam-se medidas firmes e visionárias, quer seja na redução, na recolha, no tratamento, na valorização e no destino final a dar aos resíduos, aliados uma gestão adequada de forma a reduzir custos com a gestão de RU do modo mais barato mas eficientemente possível.

### **3.3. Identificação dos produtores**

Este trabalho tem como principal alvo os resíduos produzidos pelos restaurantes e que são actualmente recolhidos pelo município juntamente com os resíduos domésticos. Neste trabalho foram incluídos restaurantes locais da UF da Glória e Vera Cruz, não foram incluídos restaurantes de hotéis. Foi estabelecido um plano de amostragem para 11 restaurantes na área de estudo, que aceitaram participar neste trabalho. Destes estabelecimentos foram recolhidos caracterizados e quantificados detalhadamente nas suas variadas categorias os resíduos urbanos, indiferenciados e selectivos, produzidos durante o período do jantar e do almoço durante o jantar de terça-feira, almoço e jantar de quarta-feira e o almoço de quinta e recolhidos durante dois dias (quarta-feira e quinta-feira), o objectivo era ter os resíduos produzidos durante um dia de funcionamento de um restaurante.

O circuito de recolha foi definido mediante o horário em que cada restaurante fechava depois do período de almoço e a distância entre eles. Para que a recolha fosse mais fácil, não prolonga-se durante muito tempo e como a grande maioria dos estabelecimentos situava-se no centro da cidade de Aveiro, optou-se por iniciar a recolha nos restaurantes que estavam na periferia e que não tinham tantos clientes, ficando para último os restaurantes que se localizavam mais perto entre si e a onde o número de clientes podia ser superior. Em média cada circuito de recolha demorou cerca de uma hora e meia.

Na **Figura 16** está representada a localização dos restaurantes na área de estudo.



**Figura 16** - Localização dos 11 restaurantes na área de estudo onde foram recolhidos os RU.

(Fonte: Adaptação do *Google Earth*)

A selecção dos 11 restaurantes para a realização deste trabalho teve os seguintes critérios:

- O volume de bio-resíduos produzido por dia (L/d). Tendo sido seleccionados os restaurantes considerados como médio e grandes produtores, variando entre os 30 e os 100 L/d e superior a 100 l/d respectivamente, localizados na UF de Glória e Vera Cruz. O volume produzido por dia dos 11 restaurantes seleccionados, varia entre os 80 e os 200 L/d;
- E o dia de descanso semanal de cada restaurante. Sendo assim foram seleccionados os estabelecimentos, que tinham o mesmo dia de descanso semanal, que não tinham dia de descanso semanal e que não coincidissem com os dias de recolha. Foram então seleccionados os restaurantes com descanso semanal: ao domingo, à segunda-feira e que não tinham descanso semanal (Ferreira, Lopes, Rodrigues, & Pinto, 2014).

### 3.4. Metodologia de trabalho desenvolvida

A metodologia de trabalho usada para a campanha de quantificação e caracterização dos RU, indiferenciados e selectivos, provenientes dos 11 restaurantes foi baseada na metodologia referida na secção 2.2.

Devido à heterogeneidade dos resíduos urbanos constituída por bio-resíduos, papel/cartão, vidro, plástico, metal entre outros resíduos como se pode visualizar na **Figura 17**, a determinação da composição dos RU recolhidos não se tornou uma tarefa fácil, para além do tempo para a realização deste trabalho ter sido pequeno para o número elevado de amostras que foram recolhidas.



**Figura 17** - Caracterização dos RU indiferenciados recolhidos dos restaurantes. É possível observar a heterogeneidade dos resíduos indiferenciados produzidos nos restaurantes.

Para a realização deste trabalho, primeiro foi feita uma pesquisa bibliográfica de documentos, directivas comunitárias, legislação nacional e local, artigos científicos, trabalhos académicos e de projectos/estudos de caso sobre a gestão de resíduos urbanos e em específico de resíduos orgânicos, bem como de documentos com registos relativamente aos resíduos urbanos produzidos na Europa, em Portugal e em Aveiro. Foi feita também uma pesquisa bibliográfica sobre sistemas tarifários PAYT, casos de estudo da sua aplicação em Portugal e no resto do Mundo e as variantes técnicas possíveis deste sistema.

A segunda fase correspondeu ao levantamento de todos os restaurantes na zona de estudo e à realização de um inquérito sobre os resíduos produzidos ao grupo de 11 restaurantes seleccionados (secção 3.3.). Estes inquéritos foram feitos pessoalmente em cada um dos estabelecimentos, por mim com a colaboração um funcionário da subunidade orgânica de Ambiente, gentilmente cedido para que fosse mais fácil e célere os inquéritos, no dia 8 de Julho de 2014. Durante os inquéritos aos restaurantes foi explicado a cada responsável do restaurante qual era o objectivo, com que intuito se estava a realizar esta campanha, como iria proceder a recolha e qual era a aceitação dos restaurantes em participar na campanha, durante os inquéritos foi entregue um folheto explicativo a cada restaurante (**Anexo B** e **Anexo C** onde está o modelo do inquérito feito aos restaurantes). Dos 11 estabelecimentos contactados, todos aceitaram colaborar na campanha, na **Tabela 4** do **Anexo D** é apresentada a lista por ordem alfabética dos restaurantes que participaram (de referir que não existe nenhuma relação entre os números que estão nos gráficos apresentados no capítulo dos resultados e discussão, e a ordem apresentada).

Terminada esta fase, na semana seguinte, procedeu-se à recolha dos resíduos urbanos indiferenciados e selectivos nos dias que tinham ficado previamente estipulados, ou seja, durante os dias 16, 17 e 18 de Julho de 2014, respectivamente quarta-feira, quinta-feira e sexta-feira. Mas como durante o dia de quarta-feira e quinta-feira o volume de amostras recolhidas foi superior ao esperado, a heterogeneidade dos resíduos era elevada levando algum tempo a caracterizar e quantificar, e a mão-de-obra era escassa, então para não deixar acumular mais sacos em que na grande maioria destes continha bio-resíduos que depois iriam criar maus cheiros e levar ao aparecimento de animais e infestantes no local, optou-se por cancelar a recolha que estava prevista para sexta-feira. Durante a quarta-feira e quinta-feira, a recolha iniciou-se por volta das 15h00 para que não termina-se muito tarde e porque o funcionário apesar de ter sido cedido muito gentilmente pela SUMA, este não estava dispensado do seu trabalho diário. Durante a recolha dos resíduos a CMA disponibilizou também um funcionário para ajudar.

A recolha foi então realizada, com a ajuda de um funcionário cedido pela subunidade orgânica de ambiente e por um funcionário da SUMA apoiado com uma viatura de caixa aberta com plataforma elevatória, **Figura 18**.





**Figura 18** - Viatura de caixa aberta com plataforma elevatória cedida pela SUMA para a recolha dos resíduos.

Foram distribuídos em cada restaurante sacos de plástico de 120 L resistentes e estanques para colocar os resíduos (no total foram adquiridos 2 sacos de 10 kg cada um com 43 sacos para os resíduos), permitindo assim facilitar a recolha dos resíduos. Foram deixados, consoante a quantidade de resíduos produzidos, 2 a 3 sacos em cada restaurante. Também foram disponibilizados pela empresa SUMA contentores de 120 L herméticos e com rodas, mas estes não foram necessários.

No final de cada recolha os sacos com os resíduos eram colocados no Ecocentro Municipal, local onde foi realizada durante esses mesmos dias a quantificação e caracterização física dos RU (**Figura 19**).



**Figura 19** - Sacos com os resíduos recolhidos no Ecocentro Municipal de Aveiro e processo de quantificação e caracterização dos RU.

O processo de quantificação e caracterização física média dos RU consistiu na separação manual dos resíduos nas suas diferentes categorias: bio-resíduos, plásticos, papel/cartão, metal, vidro e outros resíduos (madeira, compósitos, têxtil, rolhas de cortiça, esfregão de aço, talheres, porcelana, caixa de comida para peixes, tapete, esfregona, embalagens tetra-park, velas e embalagens de batatas fritas) e depois na pesagem em separado de cada componente, com recurso a três balanças digitais, com capacidade máxima de 50 kg (marca: Kern CH 50 K 50), 15 kg (marca: Kern CH 15 K 20) e 75 kg (marca: tomopol), com variações de 50 g, 20 g e 25 g, respectivamente (**Figura 20**). Durante a pesagem de cada componente foi subtraída a tara do saco para alguns casos e noutros a tara dos baldes utilizados.

Sendo assim, a caracterização e quantificação dos RU foi realizada em duas fases: primeiro para os resíduos indiferenciados, por terem na sua constituição uma grande quantidade de bio-resíduos, que depois entravam em decomposição, levando ao aparecimento de maus odores e animais e infestantes. Na segunda fase realizou-se a separação e quantificação dos resíduos selectivos, por serem em menores quantidades e não existir o problema dos maus cheiros e do aparecimento de infestantes. Todo o trabalho prático foi realizado com o recurso a Equipamento de Protecção Individual (EPI): luvas e fatos descartáveis, e protecções para os pés.





**Figura 20** - Balanças usadas na pesagem dos resíduos urbanos. **A** – Balança digital de capacidade máxima 50 kg, **B** – Balança digital de capacidade máxima 50 kg e de 15 kg, respectivamente e **C** – Balança digital de capacidade máxima 75 kg.

A fase seguinte consistiu no tratamento e análise dos dados obtidos, tendo-se realizado uma análise comparativa entre o que cada restaurante paga de tarifário pelo serviço de gestão de resíduos urbanos, indexado no consumo da água e os resíduos indiferenciados que cada um produz, analisando a viabilidade de aplicação de um sistema PAYT na zona de estudo, no âmbito dos objectivos desta dissertação de mestrado.

No capítulo seguinte, são apresentados os resultados obtidos e a sua discussão.



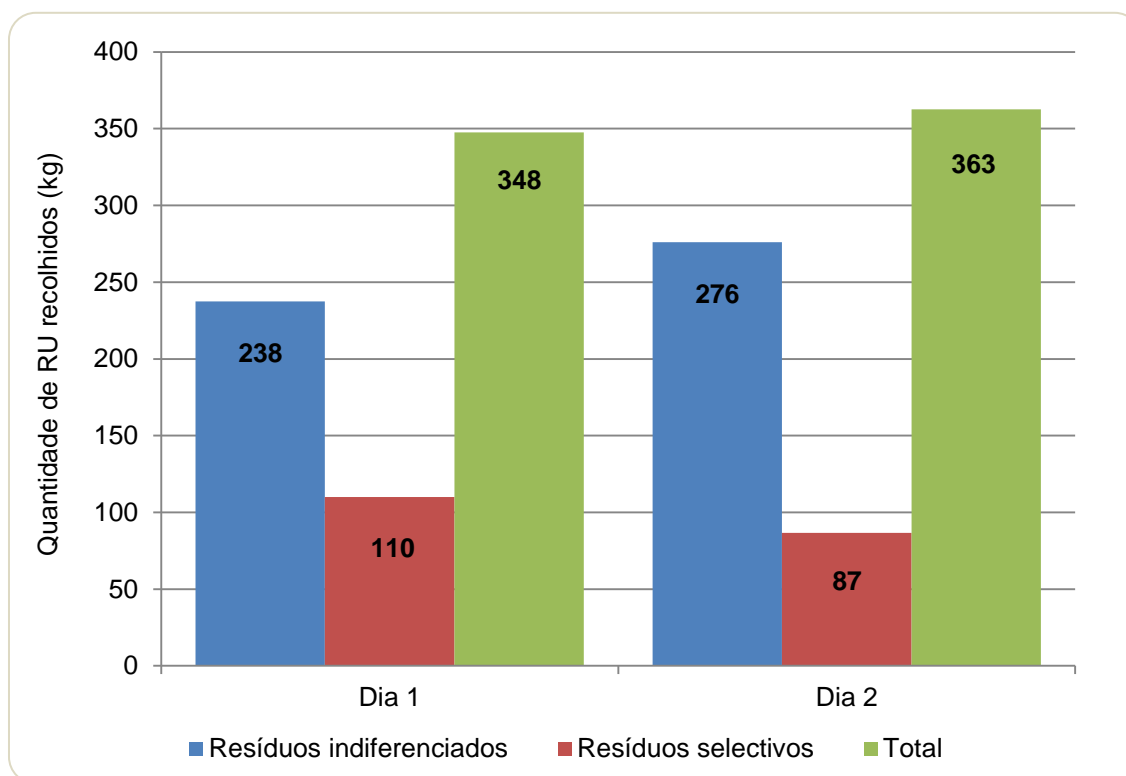
## 4. Resultados e Discussão

No presente capítulo apresentam-se e discutem-se os resultados obtidos da análise das 60 amostras (36 amostras de resíduos indiferenciados e 24 amostras de resíduos selectivos) recolhidas em 11 restaurantes que correspondem a 12% do total de 92 restaurantes da zona de estudo, durante a campanha de quantificação e caracterização física dos RU provenientes da união de freguesias da Glória e Vera Cruz na cidade de Aveiro.

São apresentados os resultados sobre: a quantificação dos RU recolhidos, a produção dos RU nos restaurantes, a caracterização dos resíduos urbanos provenientes dos restaurantes (quantificação total das diferentes componentes recolhidas, caracterização física média dos resíduos provenientes dos restaurantes, análise da quantidade de RU produzidos por refeições diárias declaradas e massa volumica dos bio-resíduos), a análise do sistema tarifário actual aplicado e a viabilidade de um sistema tarifário do tipo PAYT.

### 4.1. Quantificação dos resíduos urbanos recolhidos

Na **Figura 21**, são mostrados os tipos e quantidades de resíduos urbanos recolhidos durante os dois dias nos 11 restaurantes que colaboraram neste estudo. Em cada dia foram recolhidos resíduos em 10 dos 11 restaurantes que participaram, tendo sido obtidos no total dos dois dias 514 kg de resíduos indiferenciados e 197 kg de resíduos selectivos. A recolha do dia 1 corresponde a uma quarta-feira e neste dia recolheram-se os resíduos produzidos no jantar de terça-feira e no almoço de quarta-feira. O dia 2 corresponde a uma quinta-feira e recolheram-se nesse dia os resíduos produzidos no jantar de quarta-feira e no almoço de quinta-feira.

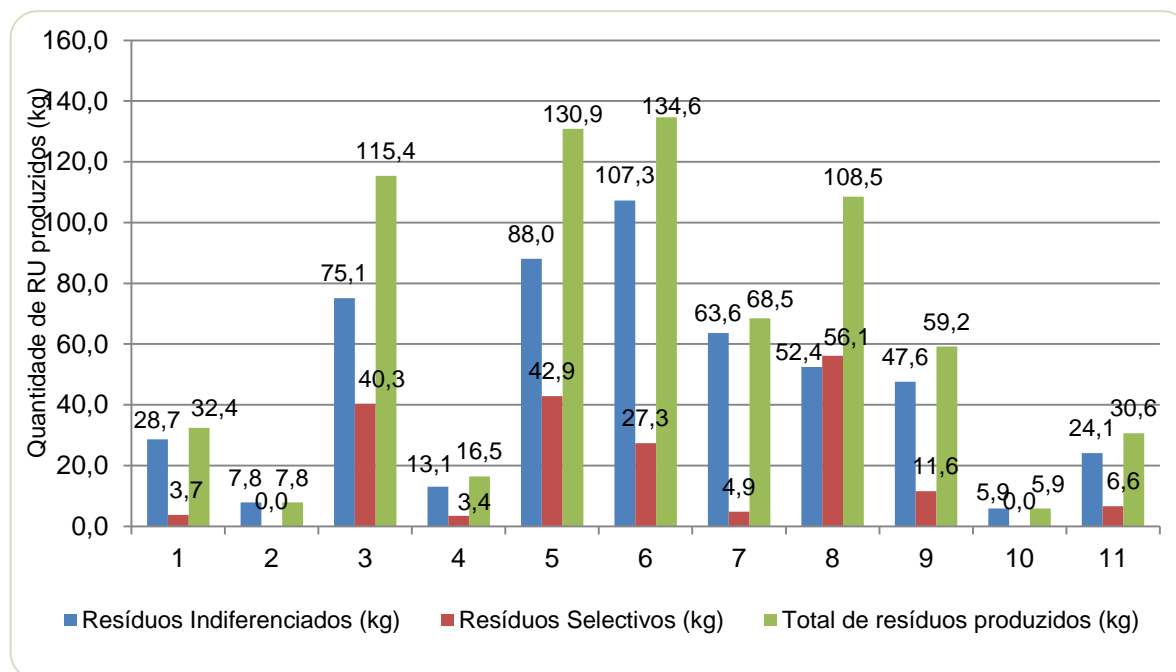


**Figura 21** - Quantidade de resíduos urbanos recolhidos em cada dia (kg/dia).

Analisando os dados do total de resíduos urbanos recolhidos (711 kg), foram recolhidos por dia em média cerca de  $355,5(\pm 10,6)$  kg, dos quais  $72(\pm 5) \%$  correspondem a resíduos indiferenciados e os restantes  $28(\pm 5) \%$  a resíduos encaminhados para a recolha selectiva.

## 4.2. Produção dos resíduos urbanos por restaurante

Na **Figura 22** são apresentadas as quantidades de resíduos indiferenciados e selectivos e total produzido em cada um dos 11 restaurantes no final dos dois dias.



**Figura 22** - Quantidade total de resíduos indiferenciados e selectivos produzidos por cada restaurante.

Analisando a **Figura 22** e comparando os dados apresentados, em média cada restaurante produziu entre os 2,95 kg/dia e os 53,65 kg/dia de resíduos indiferenciados e entre os 1,70 de kg/dia e os 28,05 kg/dia de resíduos selectivos, que corresponde a uma produção média de RU na casa dos 32,3 kg de RU/dia. Esta variação deve-se à quantidade de refeições servidas, ao tipo de alimentos utilizados e ao modo de confecção. Foi assim estimada com a quantidade de RU recolhidos dos restaurantes no final dos 2 dias, uma capitação de 64,6 kg de RU por restaurante, que corresponde a 46,7 kg de RU indiferenciados por restaurante e 17,9 kg de RU selectivos por restaurante.

Os restaurantes que produziram mais resíduos indiferenciados na generalidade são os que produziram também mais resíduos selectivos como é possível verificar na **Figura 22**, com a excepção do restaurante n.º 7 que foi o quarto maior produtor de resíduos indiferenciados com 63,6 kg, mas produziu muito poucos resíduos com

destino a recolha selectiva, 4,9 kg. O restaurante n.º 6 com um total de 134,6 kg de RU recolhidos no final dos dois dias, cerca de 67,3 kg de RU/dia, foi o restaurante que produziu mais resíduos indiferenciados (107,3 kg), mas produziu menos resíduos selectivos 27,3 kg do que em relação a outros restaurantes como o é o caso dos restaurantes n.º 3, 5 e 8. De salientar que o restaurante n.º 8 com uma produção total de RU nos dois dias de 108,5 kg, produziu mais resíduos selectivos do que indiferenciados, 56,1 kg e 52,4 kg, respectivamente. Os restaurantes n.º 2 e 10 não foram recolhidos quais queres resíduos com destino a recolha selectiva porque estes ou não realizam a separação dos resíduos e no caso do vidro que é produzido o vasilhame é todo entregue ao fornecedor. Foram os restaurantes onde recolheram-se no total menos resíduos, 5,9 e 7,8 kg de RU, respectivamente restaurante n.º 10 e 2.

### 4.3. Caracterização dos resíduos provenientes dos restaurantes

#### 4.3.1. Quantificação total das diferentes componentes recolhidas

Na tabela apresentada em seguida, **Tabela 1**, foi estimada a quantidade total para cada dia e no final dos dois dias de cada componente recolhida dos restaurantes proveniente dos diferentes resíduos, indiferenciados e selectivos e a composição gravimétrica.

**Tabela 1** - Peso de cada componente recolhida em cada dia e nos dois dias no total dos resíduos recolhidos.

Componentes	Dia 1			Dia 2			Total de RU nos 2 dias (kg)	Composição gravimétrica (%)
	R. Ind. (kg)	R. Selec. (kg)	Total de RU (kg)	R. Ind. (kg)	R. Selec. (kg)	Total de RU (kg)		
Papel/Cartão	23,91	25,44	49,35	32,13	16	48,13	97,48	13,72
Plástico	11,55	2,8	14,35	14,76	5,38	20,14	34,49	4,86
Metal	2,20	0,58	2,78	2,28	0,8	3,08	5,86	0,83
Vidro	2,74	81,26	84,00	4,09	63,24	67,33	151,33	21,31
Outros resíduos*	2,90	0,04	2,94	5,96	1,22	7,18	10,12	1,42
Bio-resíduos	194,24	0	194,24	216,78	0	216,78	411,02	57,87

\* Outros resíduos: compósitos, madeira, esfregona, tapete, rolhas de cortiça, velas, têxtil, caixa de comida para peixes, embalagens de batatas fritas, porcelana, talheres, embalagens tetra-park, esfregão de aço.

Analisando a **Tabela 1** sobre a quantidade total recolhida das diferentes componentes, verifica-se que no total dois dias de recolha, os bio-resíduos são os mais produzidos, com um peso total de 411,02 kg, que corresponde a mais de 50% dos resíduos produzidos, o segundo resíduo mais recolhido foi o vidro com 151,33 kg, que corresponde a cerca de 21% do total recolhido e o terceiro foi o papel/cartão com 97,48 kg, cerca de 13%. A quantidade de plástico recolhido no final dos dois dias, foi de 34,49 kg. O metal e os outros resíduos são os menos produzidos, 5,86 kg e 10,12 kg, respectivamente.

No total dos dois dias recolheram-se 711 kg de resíduos, onde em média cada um dos 11 restaurantes produziu 64,6 kg/dia de resíduos urbanos.

Analisando as recolhas diárias, no primeiro dia de recolha a diferença entre o papel/cartão encaminhado para ecoponto e o que é depositado em contentor comum é de apenas 1,53 kg, apenas foram encaminhados 2,8 kg de plástico para ecoponto e foram colocados no indiferenciado 11,55 kg de resíduos de plástico. O vidro foi o resíduo que mais foi colocado no ecoponto, 81,26 kg.

Relativamente ao segundo dia de recolha, o papel/cartão com destino a recolha indiferenciada foi superior ao encaminhado aos resíduos separados com destino a recolha selectiva, 32,13 kg para 16 kg, respectivamente. Foi recolhido mais plástico no segundo dia, mas muito pouco foi encaminhado para ecoponto, 5,38 kg contra 14,76 kg que foi para o contentor comum. Em relação ao vidro, foi menos produzido no segundo dia, mas continua a ser encaminhado quase na sua totalidade para o ecoponto, 63,24 kg.

Como referido anteriormente os bio-resíduos foram os mais produzidos e encaminhados na sua totalidade para o contentor comum, onde em média no dia 1 e no dia 2 cada restaurante produziu, 17,66 e 19,71 kg, respectivamente. Esta diferença na quantidade média gerada de bio-resíduos, deve-se possivelmente a número de refeições produzidas e ao tipo de ementa preparada.

É perceptível pelos resultados apresentados na **Tabela 1**, que dos resíduos com destino a reciclagem, o papel/cartão é o mais produzido seguindo-se o plástico que é quase na sua totalidade encaminhado para a recolha indiferenciada, sendo muito pouco reciclado.

Estes resultados são interessantes porque mostram a necessidade de educar e sensibilizar as pessoas a reciclar mais, a optarem por outras formas de valorização, mais concretamente a compostagem, esta seria uma boa opção para reduzir a quantidade de resíduos de matéria orgânica com destino o aterro sanitário. Os resultados vão ao encontro dos objectivos do PERSU 2020, que toma como metas, a valorização dos resíduos, promover o aumento da reciclagem e uma eliminação progressiva da deposição directa em aterro de RUB.



### 4.3.2. Composição física média dos resíduos provenientes dos restaurantes

Na **Tabela 2** estão as quantidades totais (kg) e a composição gravimétrica (%) dos resíduos urbanos indiferenciados e selectivos recolhidos durante os dois dias.

**Tabela 2** - Quantidade de resíduos urbanos recolhidos em componentes e composição gravimétrica.

Componentes	Resíduos indiferenciados (kg)	Resíduos indiferenciados (%)	Resíduos selectivos (kg)	Resíduos selectivos (%)
Bio-resíduos	411,0	80	----	----
Plástico	26,3	5,1	8,2	4
Papel/Cartão	56,0	11	41,4	21
Metal	4,5	0,9	1,4	1
Vidro	6,8	1,3	145	73
Outros resíduos	8,9	1,7	1,3	1
<b>Total (kg)</b>	<b>514</b>		<b>197</b>	

Dos resíduos indiferenciados, a componente dos bio-resíduos é aquela recolhida em maior quantidade (411,0 kg), correspondendo a 80% do total (**Tabela 2**). Apesar disso, há restaurantes em que os proprietários levam para casa alguns restos de comida e autorizam também os seus funcionários a levarem, para consumo animal. O papel/cartão é o resíduo que mais aparece depois dos bio-resíduos com 56,0 kg, este valor comparativamente com o papel/cartão com destino a recolha selectiva é superior porque o papel/cartão que esteve em contacto com os bio-resíduos e em contacto com bastante líquido nomeadamente, água e proveniente dos restos de comida, fazendo com que este fica-se humedecido e um pouco mais pesado. Na quantificação e caracterização dos resíduos indiferenciados foi encontrado mais resíduos de metal (4,5 kg) do que vidro (6,8 kg), apesar dos resultados indicarem o contrário, mas o vidro no que se refere à sua composição trata-se de um material mais pesado do que o metal.

Relativamente aos resíduos separados com destino a recolha selectiva, o vidro é o mais produzido com 145 kg, seguido do papel/cartão (41,4 kg). Este resíduo é o mais separado porque é fácil de ser separado e colocar nos ecopontos que cada restaurante possui na sua maioria para a reciclagem do vidro, o que não acontece tanto para os outros resíduos (papel/cartão, plástico e metal). Como era expectável neste sector do comércio praticamente quase todo o vidro produzido são garrafas de bebidas, mas existem algumas garrafas de bebidas não são de tara perdida e não podem ser depositadas no ecoponto, ou seja, têm de ser recolhidas pelo fornecedor.

Os resíduos urbanos indiferenciados caracterizados são constituídos na sua grande maioria por resíduos passíveis de serem reciclados e por resíduos não recicláveis, na tabela correspondem à componente 'outros resíduos'. Dos 514 kg de RU indiferenciados produzidos retira-se 8,9 kg referente à componente, 'outros resíduos' e chegamos a um valor de 505,1 kg de resíduos recicláveis. Isto permite calcular o grau de impureza dos recicláveis, que é de 1,7%.

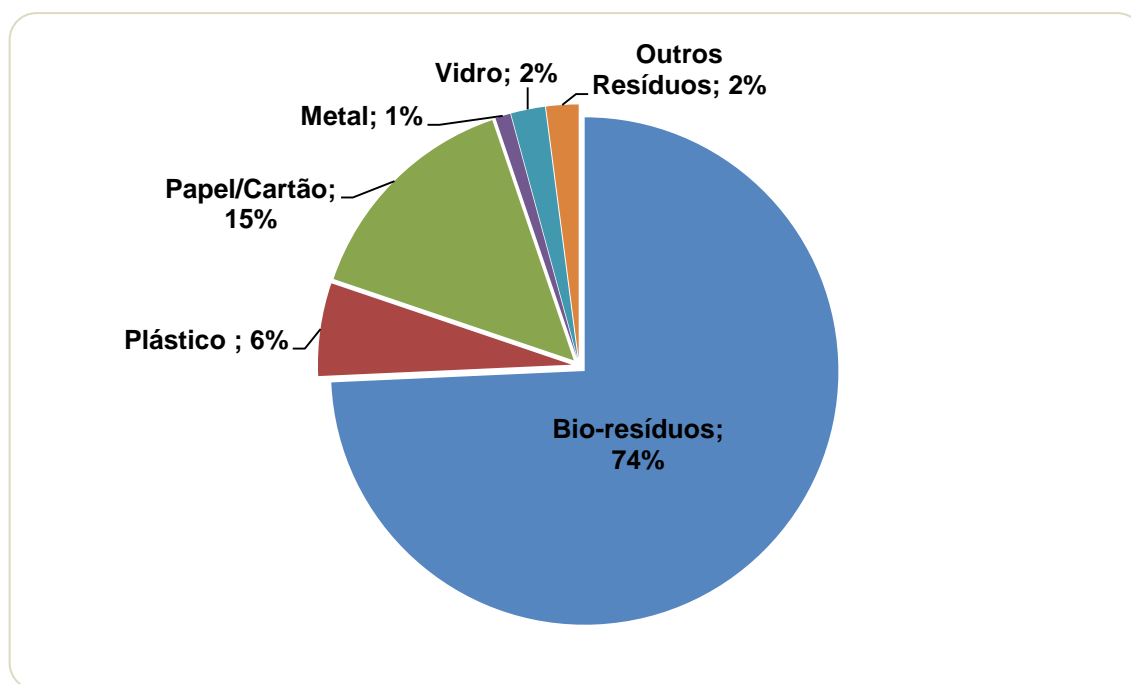
As quantidades, médias e desvio padrão das diferentes componentes (bio-resíduos, papel/cartão, plástico, metal, vidro e outros resíduos) recolhidas em cada dia nos 11 restaurantes, estão discriminadas na **Tabela 5** do **Anexo E**. Os bio-resíduos apresentam o maior desvio padrão ( $\pm 15,71$  e  $\pm 15,03$ ) em ambos os dias, respectivamente. O papel/cartão no dia 1 é a segunda componente com maior desvio padrão ( $\pm 4,74$ ) e o vidro no dia 2 com o segundo maior desvio padrão ( $\pm 7,59$ ). No dia 1 o vidro teve o menor desvio padrão ( $\pm 0,18$ ) e o metal foi no dia 2 o que teve menor desvio padrão ( $\pm 0,32$ ).

Analizando a **Figura 23**, onde está representado a composição física média dos resíduos urbanos indiferenciados produzidos no sector da restauração, pode-se verificar que os bio-resíduos equivalem a 74% do total. O papel/cartão é a componente que aparece a seguir em maior percentagem na composição física dos resíduos urbanos indiferenciados com 15%, e o terceiro é o plástico com 6%. Estes dados indicam a necessidade de criar formas de incentivar a reciclagem, de dar prioridade à valorização orgânica e da implementação de uma recolha específica para os resíduos orgânicos. Se na fracção biodegradável for também considerada o papel/cartão a percentagem dos RUB sobre para os 89%, ficando apenas 11% dos resíduos indiferenciados com destino o aterro sanitário, mas com a unidade TMB que existe neste município este valor pode ser ainda reduzido com os tratamentos

mecânicos que estes resíduos são sujeitos, aumentando assim a percentagem de reciclagem.

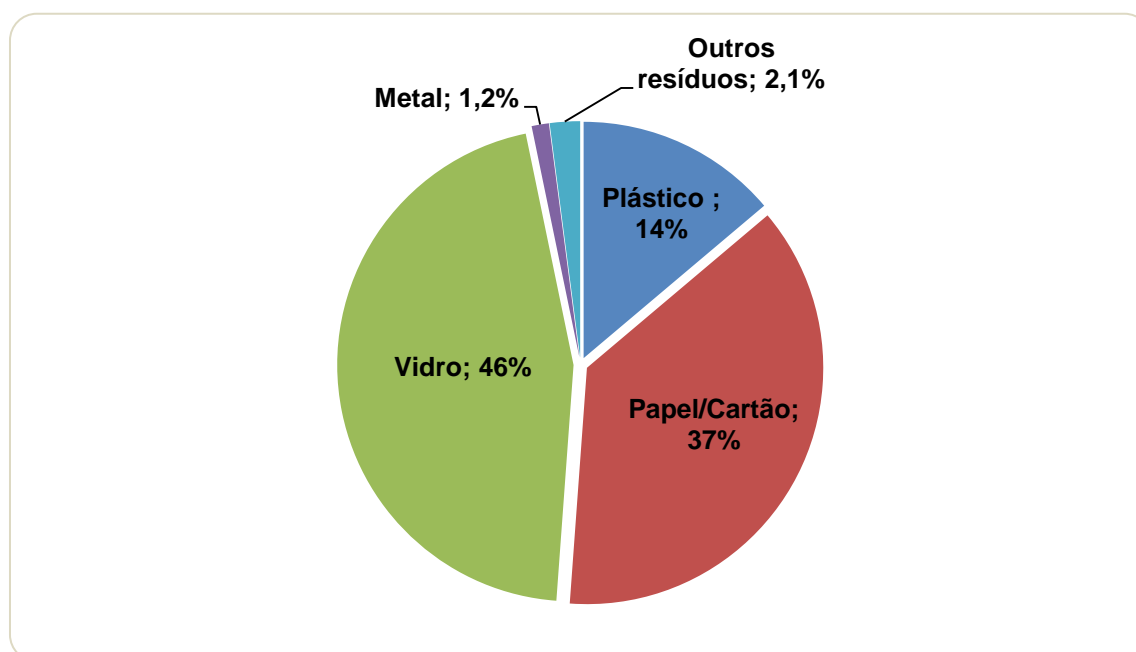
Nos resíduos com destino o contentor comum aparece na categoria, outros resíduos com 2%.Corresponde aos resíduos que devido às suas características não podem ser reciclados, desde talheres, chávenas do café, pratos, têxteis, velas, tapetes, esfregona, esfregão de aço, entre outros, mas também por resíduos que podem ser reciclados, como é o caso das rolhas de cortiça e da madeira (palitos) mas que não podem ser colocados nos ecopontos (amarelo, verde e azul), sendo o único local possível de ser colocado é num ecocentro, mas a pequena produção e dimensão destes não justifica a deslocação e deposição no ecocentro.

Importa ainda referir, que a presença de maiores quantidades de água pode ter tido influência na pesagem dos bio-resíduos.



**Figura 23** - Composição física média dos resíduos urbanos indiferenciados produzidos pelos restaurantes.

Pela análise dos dados apresentados na **Figura 23** e **24**, o vidro é o resíduo mais reciclado no sector da restauração com apenas 2% a não ser reciclado e com uma percentagem de 46% de vidro reciclado, respectivamente. É um material fácil de reciclar e em todos os restaurantes onde estive, constatei que em todos os estabelecimentos havia um contentor específico para este tipo de resíduo.

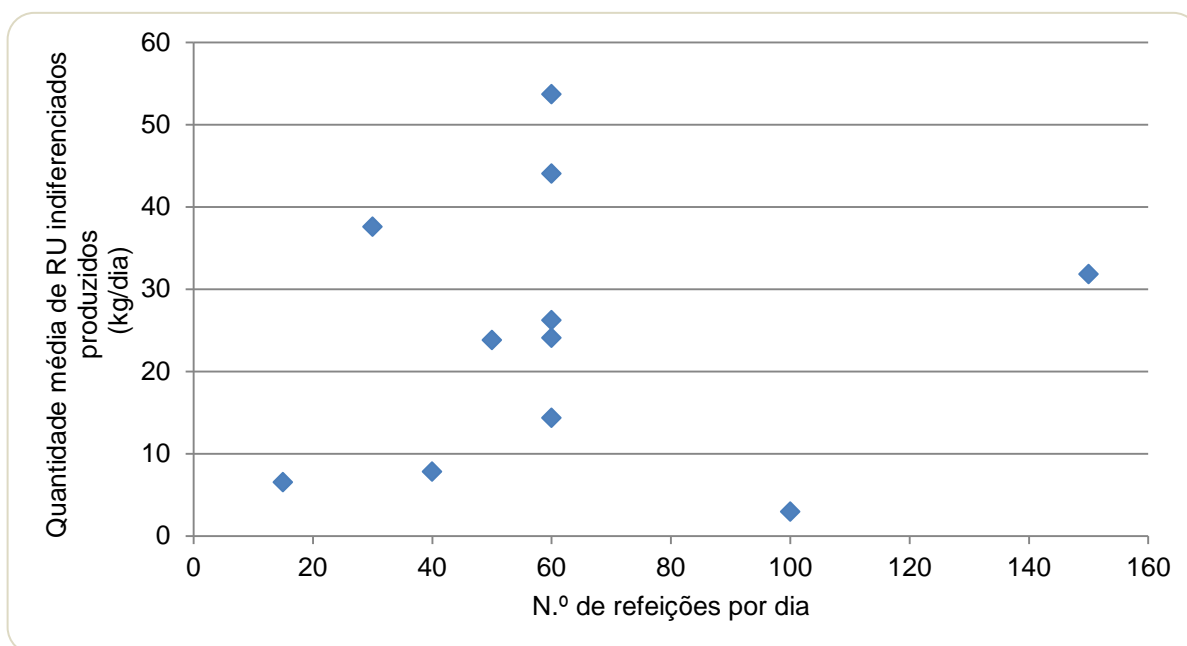


**Figura 24** - Composição física média dos resíduos urbanos selectivos produzidos pelos restaurantes.

Continuado a análise dos dados apresentados na **Figura 24**, o papel/cartão apresenta uma percentagem de reciclagem de 37% e os resíduos colocados no ecoponto amarelo, o plástico e metal com 14% e 1,2%, respectivamente, os resíduos com menor percentagem de reciclagem. Era previsível que num sector da alimentação e bebidas, que o vidro fosse o mais produzido e separado comparando com outros resíduos que conjuntamente também são separados. Os outros resíduos passíveis de serem reciclados surgem com uma percentagem de 2,1%, nesta categoria referem-se resíduos como as rolhas de cortiça e madeira (neste caso, os palitos usados pelas pessoas). Apesar destes resíduos serem possíveis de reciclar, não podem ser colocados nos ecopontos (azul, verde e amarelo) sendo necessário um contentor específico para estes.

### 4.3.3. Análise da quantidade de resíduos urbanos produzidos por refeições diárias declaradas

A **Figura 25** reflecte a relação entre a quantidade de RU indiferenciados produzidos por dia e o número de refeições servidas diariamente.



**Figura 25** - Relação entre as refeições servidas por dia e a quantidade de RU indiferenciados produzidos por dia.

Analisando os dados apresentados na **Figura 25**, constata-se que alguns dados a quantidade de RU indiferenciados não corresponde ao número de refeições servidas diariamente, como é o caso de um restaurante que produz 100 refeições por dia e a quantidade de resíduos produzida não chega aos 10 kg/dia, os resíduos recolhidos foram os produzidos ao balcão do restaurante e não durante a produção das refeições e pós refeições e toda a sua preparação. Os restaurantes com o mesmo número de refeições servidas diariamente, 60 refeições/dia, varia na quantidade de resíduos urbanos produzidos por dia, sendo que três valores estão próximos entre si, variando entre cerca dos 15 e os 30 kg de RU/dia, outros dois valores das quantidades de resíduos rondam entre os 45 e os 55 kg de RU/dia. O tipo de refeições que são servidas nos restaurantes faz variar a quantidade de resíduos produzidos, como é o caso mencionado na figura em que um restaurante serve

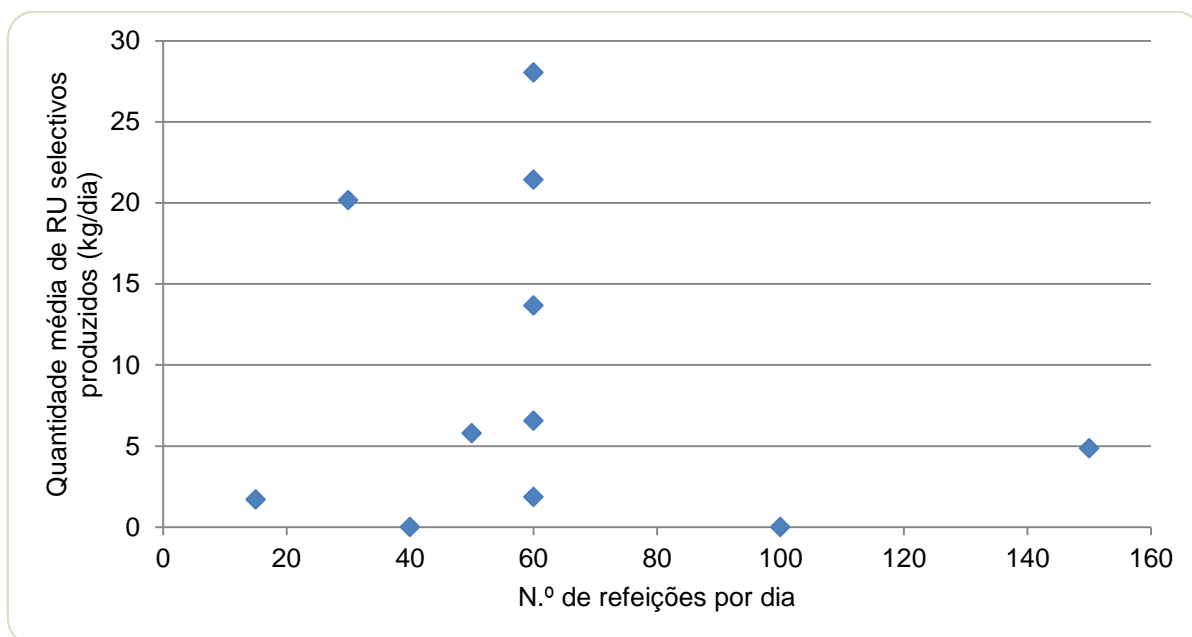
diariamente 150 refeições por dia e tem uma produção de resíduos diários de cerca de 30 kg.

O tipo de restaurante e refeições servidas também influencia a quantidade de resíduos que são produzidos. Nomeadamente, se tratam de restaurantes que produzem refeições mais tradicionais, servidas normalmente em travessas, meia dose ou uma dose, a quantidade de resíduos produzidos, em específico, bio-resíduos é superior em relação aos restaurantes que produzem refeições rápidas como é o caso do “*fast food*”, ou refeições “*gourmet*”, que são fáceis e rápidas de preparar, neste caso a quantidade de resíduos produzida será inferior, este tipo de refeições são servidas normalmente num prato, o desperdício de comida não será tão superior na preparação e depois pós-refeição, como pode acontecer no caso referido anteriormente.

Dos 11 restaurantes que participaram na realização deste trabalho, 6 são restaurantes que apenas servem refeições durante o período normal, ou seja, almoço e jantar, fechando depois de servirem os almoços, voltando a reabrir para o período do jantar, os restantes 5 restaurantes depois do período de almoços continuam com a sua actividade em funcionamento não encerram durante o período da tarde, podendo neste período servir refeições.

Em média por dia cada restaurante produziu 0,482 kg de RU indiferenciados por refeição que corresponde a um volume de 1,98 L de RU indiferenciados por refeição. Este valor é semelhante ao obtido num estudo anterior (Machado *et al.*, 2009), 2,31 L de RUB/refeição.

Na **Figura 26** é possível constatar a quantidade de resíduos selectivos produzidos e o número de refeições servidas diariamente.



**Figura 26** - Relação entre as refeições servidas por dia e a quantidade de RU selectivos produzidos por dia.

Analisando os dados da **Figura 26**, à semelhança do que foi referido na **Figura 25**, em alguns casos não existe relação entre a quantidade de resíduos selectivos produzidos e o número de refeições servidas diariamente. Nomeadamente, nos casos dos restaurantes que produzem 40 e 100 refeições por dia e não terem nenhuma produção de resíduos selectivos com destino a reciclagem, e no caso do restaurante que produz por dia em média 150 refeições tem uma produção de resíduos selectivos na casa dos 5 kg de RU selectivos por dia. Os restaurantes com o mesmo número de refeições servidas diariamente, 60 refeições/dia, variam na quantidade de resíduos urbanos selectivos produzidos por dia, existindo restaurantes a produzir por dia abaixo dos 5 kg de RU selectivos e restaurantes a produzirem acima dos 35 kg de RU selectivos por dia.

Em média por dia cada restaurante produziu 0,193 kg de RU selectivos por refeição que corresponde a um volume de 0,792 L de RU selectivos por refeição.

#### 4.3.4. Massa volúmica dos bio-resíduos

Com o objectivo de uniformizar os dados obtidos, calculou-se a massa volúmica ( $\text{kg/m}^3$ ). Este parâmetro foi calculado com base no peso dos bio-resíduos obtidos da recolha dos RU sobre o volume dos baldes cheios na sua totalidade por bio-resíduos.

No total para obtenção da massa volúmica foram pesados no total 255,8 kg de bio-resíduos, com um peso médio de cerca de 17,1 kg por cada amostra, em que foram apenas considerados os pesos dos baldes que estavam cheios na sua totalidade com bio-resíduos, não compactados durante a pesagem. A massa volúmica média obtida para estes resíduos ( $n= 15$ ) foi de  $650 (\pm 115) \text{ kg/m}^3$  (**Tabela 6, Anexo F**). Este valor é consideravelmente superior ao esperado tendo em conta a gama referida na bibliografia, 130 a  $480 \text{ kg/m}^3$  (Tchobanoglous, *et al.*, 1993, pág. 70) e um trabalho anterior (Machado, *et al.*, 2009). As massas volúmicas obtidas encontram-se quase todas fora da gama de valores referida, apenas a amostra n.º 9 ( $463,7 \text{ kg/m}^3$ ) encontra-se dentro da gama de valores referida anteriormente.



#### **4.4. Análise do sistema tarifário actual e a viabilidade da aplicação de um sistema tarifário do tipo PAYT**

O presente estudo tem como um dos objectivos também estudar a viabilidade de integração de um sistema *Pay-As-You-Throw* no sector da restauração, tendo por base os resultados obtidos na campanha de caracterização dos RU recolhidos.

Como já foi referido no capítulo anterior (secção 2.7.), em Portugal, na generalidade dos municípios a recolha de receitas por parte das autarquias junto do cidadão não permite a recuperação da totalidade dos custos da gestão de resíduos urbanos. Por isso torna-se importante a aplicação de sistemas mais justos e que consigam suportar os custos que as autarquias têm com a gestão dos resíduos urbanos, o sistema PAYT é um sistema que integra tudo isso. Permite às autarquias receber dos cidadãos, o que eles efectivamente depositam no contentor para os resíduos indiferenciados e que depois tem como destino uma unidade de tratamento mecânico e biológico para ser valorizado ao máximo, reduzindo os resíduos que têm como destino o aterro sanitário ou em alguns casos a deposição directa em aterro.

O tarifário aplicado ao sector da restauração em 2013 pela autarquia de Aveiro para suportar os custos do serviço de gestão dos resíduos urbanos, resume-se a uma tarifa fixa de 10,45 € e a uma tarifa variável de 0,90 € que é calculada em função do consumo da água (m<sup>3</sup>) e que vem indexada à factura do consumo da água. Segundo dados fornecidos pela autarquia de Aveiro, esta tem um custo 80,77 €/t por recolher, transportar e tratar/depositar os resíduos urbanos produzidos pelos seus munícipes.

Mediante a informação referida no parágrafo anterior e os resultados obtidos na campanha de caracterização e quantificação dos RU provenientes do sector da restauração, foi elaborado um estudo, para se perceber o que cada um dos 11 restaurantes pagam de tarifário de gestão de RU indexado na sua factura da água e se o tarifário aplicado suporta os custos que a autarquia de Aveiro tem com este serviço de gestão, percebendo assim a viabilidade de implementação de um sistema tarifário do tipo PAYT neste sector.

Na **Tabela 3**, estão apresentadas as quantidades médias de RU indiferenciados produzidos por mês pelos 11 restaurantes durante um ano de trabalho laboral, em kg e em t por mês.

**Tabela 3** - Quantidades médias produzidas por mês pelos 11 restaurantes durante um ano de trabalho laboral.

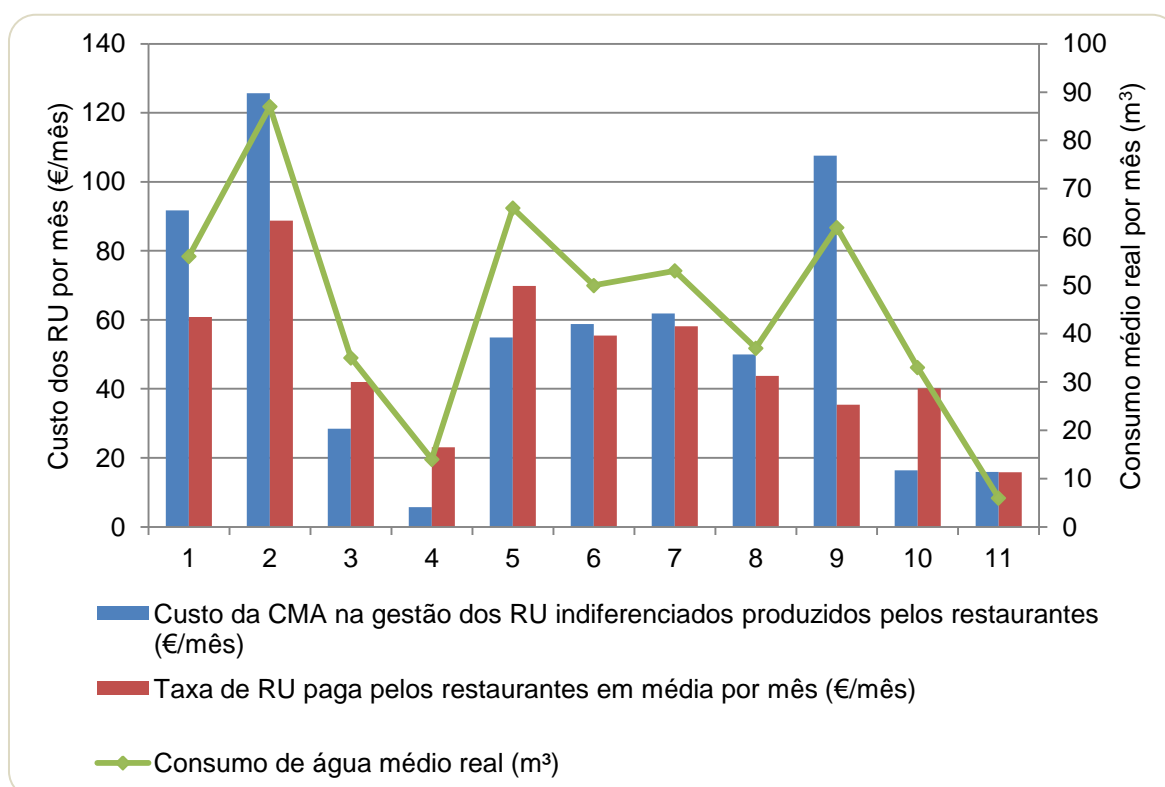
Restaurantes	Quantidade média de RU indiferenciados produzida por mês (kg/mês)	Quantidade média de RU indiferenciados produzida por mês (t/mês)
N.º 1	1135,89	1,136
N.º 2	1555,85	1,556
N.º 3	352,53	0,353
N.º 4	70,81	0,071
N.º 5	679,28	0,679
N.º 6	727,82	0,728
N.º 7	766,09	0,766
N.º 8	618,80	0,619
N.º 9	1331,61	1,332
N.º 10	203,32	0,203
N.º 11	197,53	0,198
<b>Total</b>	<b>694,5</b>	<b>0,695</b>

As quantidades de resíduos urbanos indiferenciados mensais apresentadas na **Tabela 3**, foram calculadas tendo como base a quantidade média diária de indiferenciados produzidos por cada restaurante nos dois dias em que se efectuaram as recolhas e os dias efectivos de trabalho retirando os dias de descanso semanal e períodos de férias de cada restaurante (**Anexo G e H**, respectivamente **Tabela 7 e 8**).

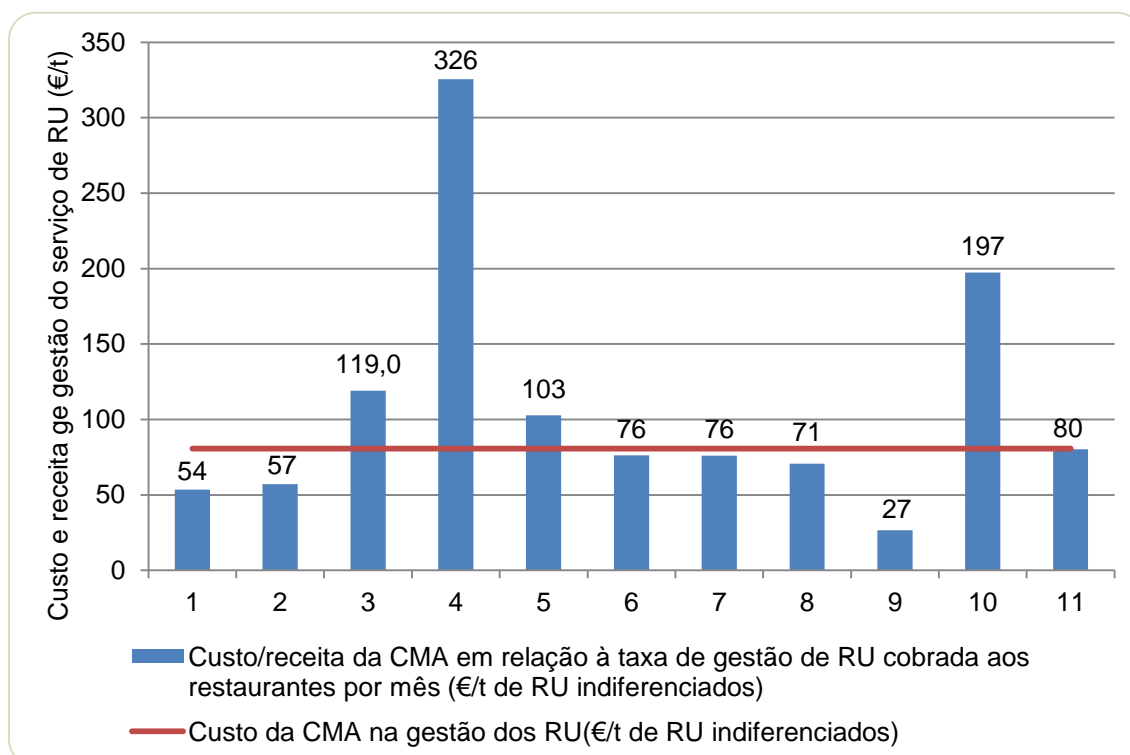
Na **Tabela 9** do **Anexo I** estão representados as quantidades de calculadas por mês e ao final do ano para cada um dos 11 restaurantes. Converteu-se de quilogramas para toneladas porque o valor que a autarquia de Aveiro paga para recolher, transportar e tratar/depositar os RU está em €/t.

Por mês, em média cada um dos 11 restaurantes produz cerca de 0,695 t de RU indiferenciados, o que dá em média cerca de 91,7 t de RU por ano. Como é possível observar na tabela, existem restaurantes que por mês a produção média de resíduos indiferenciados é superior à média, entre 1,13 a 1,55 t de resíduos indiferenciados, estes valores médios podem ainda ser superiores porque apenas foram quantificados os resíduos indiferenciados de dois dias durante a mesma semana, se fossem realizadas mais recolhas durante a semana como estava inicialmente previsto (3 recolhas) ou se também tivesse sido feita uma recolha ao fim-de-semana estes valores poderiam ser ainda superiores. Mas existiram outros factores que de uma certa forma influenciaram para que a quantidade de resíduos recolhida não fosse superior há que se obteve, nomeadamente apenas recolheu-se um período de refeição por dia em alguns restaurantes e também o facto de o restaurante n.º 4, ter sido recolhido os indiferenciados produzidos na zona do bar e não se ter recolhido quaisquer resíduos produzidos durante a confecção das refeições e pós refeições.

Para perceber se a taxa aplicada pelo serviço de gestão de RU, indexada ao consumo da água e facturada por mês aos restaurantes, suporta os custos que a autarquia de Aveiro tem com estes estabelecimentos por mês e a sua viabilidade, foi elaborada a **Figura 27**. Foi também elaborada, a **Figura 28**, onde está discriminado o custo que a autarquia de Aveiro tem por tonelada (€/t) e os custos ou receitas obtida pela autarquia, em relação às toneladas produzidas em média por mês pelos restaurantes e o valor pago mensalmente de taxa de gestão de resíduos urbanos.



**Figura 27** - Relação entre a taxa paga pelos restaurantes e o custo que a CMA tem com os restaurantes, indexada ao consumo da água por mês.



**Figura 28** - Relação entre o custo actual da CMA na gestão dos RU (€/t) e o custo ou receita obtida de cada restaurante (€/t).

As taxas de RU paga pelos restaurantes médias por mês, foram calculadas através das tarifas aplicadas pela autarquia ao sector da restauração e o consumo de água médio real ( $m^3$ ) (tarifa fixa de 10,45 € + a tarifa variável de 0,90 € x o consumo de água ( $m^3$ )), os resultados obtidos estão na **Tabela 10** do **Anexo J**. Os custos que a autarquia de Aveiro tem com cada um dos restaurantes pelo serviço de gestão dos resíduos, foi calculado tendo em conta o custo total (80,77 €/t de RU) que tem com a recolha e transporte (realizada pela SUMA) e tratamento/deposição (realizada pela ERSUC), e a quantidade média de RU indiferenciados produzida por mês por cada estabelecimentos, **Tabela 3**.

Ao analisar os dados apresentados nas **Figuras 27 e 28**, à primeira vista constata-se que o valor pago de taxa pelo serviço de gestão de RU por mês, pelos restaurantes à autarquia, não suporta os custos que esta tem em 7 restaurantes dos 11 referidos. Os restantes restaurantes, 4 os restaurantes, pagam em média uma taxa pelo serviço de gestão de RU que suporta os custos que a autarquia tem com a recolha dos seus resíduos indiferenciados.

Na **Figura 27**, a diferença entre o custo que a autarquia tem e a taxa paga pelos estabelecimentos que mais resíduos produzem, esta varia entre os 30,90 e os 36,92 €/mês, em quanto que os outros restaurantes esta variação varia em média entre os 3,34 €/mês e os 6,23 €/mês. Em relação, aos restaurantes que pagam mais de taxa à autarquia de Aveiro, a diferença varia entre os 13,40 €/mês e os 23,70 €/mês. De referir que o restaurante n.º 10 que paga a mais de taxa de serviço de gestão de RU 23,73 €, a classe de consumo aplicada a este é “4 autarquias”, sendo por isso a sua tarifa fixa de 4,40 € e a tarifa variável de 0,50 €. Relativamente ao restaurante n.º 11, a autarquia apenas tem um custo a mais de 0,10 cêntimos, na **Tabela 10** do **Anexo J** estão apresentados os resultados das diferenças entre os custos e as receitas.

Ao relacionar o consumo de água médio real de cada restaurante, com as toneladas de resíduos produzidos por mês (**Tabela 3**), verifica-se que os restaurantes que mais produzem são também os que têm maior consumo de água, mas são os estabelecimentos que pagam uma taxa pelo serviço, que não suporta os custos que a autarquia tem pelo serviço de gestão de RU. O cenário contrário acontece com os restaurantes que menos resíduos indiferenciados produzem e com menos consumo de água.

Analisando a **Figura 28**, onde estão representados custos e as receitas da autarquia e dos restaurantes (€/t de RU indiferenciados), percebe-se que a taxa paga pelos restaurantes pelo serviço de gestão de RU (€/t) não suporta na grande maioria dos restaurantes o custo que a autarquia tem com os estabelecimentos, como já tinha sido constatado pela análise da figura anterior (**Figura 27**). À semelhança da análise feita aos dados representados na **Figura 28**, a diferença entre o custo que a autarquia tem com o serviço de gestão do RU e a receita obtida pela aplicação da taxa de gestão dos RU aos restaurantes, varia entre os 0,53 €/t e os 54,19 €/t, este último valor apresentado corresponde ao restaurante que tem uma classe de consumo “4 autarquias”. Todos os outros estabelecimentos tem uma classe de consumo “não doméstico”.

A diferença entre os custos da autarquia de Aveiro e o que os restaurantes pagam pelo serviço, varia entre 22,06 €/t e os 116,70 €/t, esta é a diferença entre os restaurantes que pagam mais, do que o custo do serviço. Não considere o resultado do restaurante n.º 4 porque neste estabelecimento apenas foi recolhido os resíduos indiferenciados produzidos na zona do bar e não foi recolhido quaisquer resíduos indiferenciados produzidos durante a preparação das refeições e pós refeições e por isso existir esta diferença tão grande de 244,76 €/t.

Em suma, depois de analisar todos os resultados apresentados ao longo deste capítulo, pode-se concluir que o tarifário aplicado ao sector da restauração não suporta na sua grande maioria os custos que a autarquia tem com o serviço de gestão de RU com os restaurantes. Não é um tarifário justo, pois quem mais consome de água, na sua grande maioria são os estabelecimentos que mais produzem resíduos indiferenciados, e o valor que é pago à autarquia de Aveiro não comporta os custos que esta tem com estes. Fica assim evidente, que este tipo de tarifário não é o mais justo e correcto, pois os estabelecimentos que mais produzem resíduos indiferenciados, pagam um valor inferior ao custo real do serviço e os que menos produzem de resíduos, a autarquia obtém uma receita superior ao custo que esta tem com o estabelecimento.

A aplicação de um sistema tarifário do tipo PAYT no sector da restauração, seria um sistema tarifário mais justo e aceitável porque cada um dos estabelecimentos ficaria a pagar o que realmente produz e deposita de resíduos indiferenciados no contentor comum, deixando de existir restaurantes a pagar mais e outros a pagar menos de

taxa pelo serviço de gestão de RU e assim os custos de gestão eram reflectidos de uma forma clara e correcta. A sua aplicação iria desincentivar a produção de resíduos indiferenciados, incentivando assim à reciclagem e como neste sector os resíduos de matéria orgânica são os mais produzidos iria incentivar a outras formas de valorização como é o caso da compostagem. Mas uma hipotética implementação de um modelo de um sistema tarifário PAYT, implicaria que fosse criado um circuito específico para estes estabelecimentos, com distribuição de contentores para a deposição e que fosse feita uma recolha porta-a-porta com um veículo equipado com um sistema de pesagem, para que fosse possível a quantificação dos resíduos indiferenciados. A associação deste tipo de sistema com uma recolha selectiva dos bio-resíduos, aproveitando este tipo de resíduo para compostagem, dando origem a um composto de elevada qualidade e não ser depositado em aterro, como acontece com o composto que é produzido em algumas das unidades TMB, seria sem dúvida muito benéfico.

Contundo, a aplicação de sistema tarifário do tipo PAYT implicará, numa primeira fase, a realização de estudos e experiências piloto para que o sistema de deposição dos resíduos a ser aplicado permita a sua quantificação e pagamento em função do volume ou peso dos resíduos que os restaurantes produzem ou frequência de recolha, por forma a permitir a identificação e mitigar algumas eventuais fragilidades que possam surgir das diferentes soluções técnicas possíveis, bem como perceber a viabilidade técnico-económica da implementação nos diferentes restaurantes.

Mas, nada disto é possível se não for feita transmitido a informação e uma correcta sensibilização dos utentes do sistema, pois sem isto não ocorre uma implementação de sucesso do sistema PAYT.





## 5. Conclusão

Ao longo da realização deste trabalho foram caracterizados e quantificados os RU indiferenciados e selectivos produzidos em 11 restaurantes da União de Freguesias de Glória e Vera Cruz, durante 2 dias. A análise dos resultados obtidos durante a realização deste trabalho permitiu concluir que do total dos RU recolhidos (711 kg), os resíduos indiferenciados são os mais produzidos com 514 kg e os resíduos selectivos os menos produzidos com 197 kg. Estes valores correspondem a uma captação de 64,6 kg de RU/restaurante, a uma captação de 46,7 kg de RU indiferenciados/restaurante e a uma captação de 17,9 kg de RU selectivos/restaurante. Por dia, cada restaurante produziu em média entre os 2,95 e os 53,65 kg de RU indiferenciados e em média entre os 1,70 e os 28,05 kg de RU selectivos, ou seja, em média cada restaurante produziu na casa dos 32,3 kg de RU/dia.

No que se refere à caracterização física média dos resíduos indiferenciados, estes possuem uma constituição muito heterogénea, com os bio-resíduos, a serem os mais produzidos, seguindo o papel/cartão, o plástico, 'outros resíduos', o vidro e o metal respectivamente, 74%, 15%, 6%, 2%, 2% e 1%. Em relação, à caracterização física média dos resíduos selectivos, o mais produzido foi o vidro, seguido do papel/cartão, plástico, metal e 'outros resíduos' respectivamente, 46%, 37%, 14%, 1,2% e 2,1%. Como é um sector a onde existe uma grande produção de comida e consumo de bebidas, era de esperar que os bio-resíduos (restos de alimentos, de comida que sobra das refeições e da preparação das mesmas) e o vidro fossem os mais produzidos. O facto de o vidro ser o mais encaminhado para o ecoponto do que os outros resíduos, em parte deve-se à sua característica física, que facilita a separação e o transporte em contentor, que associado à falta de espaço que existe em alguns restaurantes, faz com que os restaurantes optem por ter um contentor específico para depositar o vidro, o que não acontece com os outros tipos de resíduos.

Uma razão que pode fazer com que muitos restaurantes não façam a reciclagem dos resíduos e decidam por depositar em contentores indiferenciados, é o facto de não existir em alguns casos ecopontos nas proximidades dos restaurantes e sim, contentores para depositar resíduos indiferenciados.

Os restaurantes devem ser incentivados a separar os resíduos indiferenciados, por serem os resíduos produzidos em maior quantidade e por apresentarem uma composição diversificada com resíduos passíveis de valorizar, como é o caso dos bio-resíduos que correspondem a 74% da composição.

Fazer a separação deste tipo de resíduos na fonte, associando-lhe um circuito de recolha específico, iria ser uma medida benéfica para a redução de RUB encaminhados para aterro, indo ao encontro dos objectivos estabelecidos pela directiva aterros. Permitiria também a redução de contaminantes (como é o caso do vidro, REEE e entre outros resíduos), possibilitando assim um adequado encaminhamento e tratamento, e a produção de um composto orgânico de elevada qualidade, que depois pode ser utilizado como fertilizante na agricultura, substituindo os fertilizantes químicos, ou correctivo do solo.

O tratamento dos bio-resíduos pode ser feito de duas formas: por compostagem, processo que permite a produção de um composto orgânico e por digestão anaeróbia, possibilitando assim a produção de biogás, que queimado permite gerar energia eléctrica, que depois pode ser usada para consumo interno da instalação ou vendida à rede eléctrica nacional.

Em relação à implementação de um circuito de recolha selectiva, determinados parâmetros devem ser tidos em conta, nomeadamente a forma como se procede à recolha dos resíduos (porta-a-porta ou em contentores de deposição comum colocados para o efeito), o tipo de equipamentos e capacidade usados para a deposição dos resíduos orgânicos (contentores ou sacos), se os contentores/sacos são distribuídos de forma gratuita ou se é cobrado algum valor aos restaurantes e os dias a que se realiza a recolha. Deve ser feita também, uma delimitação da área de actuação, uma análise dos custos e um inquérito aos restaurantes sobre a sua opinião, pois esta deve ser tida em consideração e é muito importante para que a implementação do circuito de recolha selectiva tenha sucesso.

Neste sentido, torna-se muito importante realizar acções de educação e sensibilização dos funcionários e proprietários dos restaurantes, que levem posteriormente a adopção de comportamentos de carácter preventivo na produção dos resíduos e de práticas de separação que promovam a reciclagem e valorização dos resíduos, promovendo assim uma economia circular. Mas as acções de educação e sensibilização para a separação dos resíduos esbarram, e foi notório

quando foram realizados os inquéritos aos proprietários quando se recolheram os resíduos, na falta de espaço numa grande maioria dos restaurantes.

Em suma, é importante e possível estimar a quantificação dos RU, bem como a sua composição física média. A realização deste tipo de campanhas é importante para perceber que tipos e quantidades de resíduos são produzidos, e para continuar a produzir informação no âmbito da geração de resíduos, de modo a poder-se aumentar a fiabilidade das estimativas desenvolvidas e garantir a sustentabilidade nas operações de gestão de resíduos urbanos.

Em relação, às refeições produzidas e à quantidade de RU produzidos por dia, obteve-se em média uma produção de 0,482 kg de RU indiferenciados por refeição que corresponde a um volume de 1,98 L/refeição. Quanto aos resíduos selectivos obteve-se em média uma produção de 0,193 kg de RU selectivos por refeição que corresponde a um volume de 0,792 L de RU/refeição. Neste parâmetro ficou evidente uma variação entre o número de refeições produzidas diariamente e a quantidade de RU produzidos por cada restaurante, existindo restaurantes a produzir o mesmo número de refeições por dia e as quantidades de resíduos variarem entre si. O receio dos proprietários em dizer o número real de refeições que produzem por dia ou estes não terem a noção de quantas refeições produzem realmente por dia é também uma razão para esta variação.

A análise feita sobre a viabilidade de implementação de um sistema tarifário *Pay-As-You-Throw* mostra que não existe uma relação directa entre a quantidade de resíduos indiferenciados produzidos por cada restaurante e a tarifa aplicada actualmente pela autarquia de Aveiro que é indexada no consumo da água. Assim, o tarifário aplicado pelo serviço de gestão de RU pode não ser o mais justo, porque os restaurantes que produzem mais resíduos pagam uma taxa de gestão de resíduos urbanos que não suporta os custos. Por outro lado, restaurantes que produzem menos resíduos urbanos pagam uma taxa de gestão superior ao custo que a autarquia tem com a gestão de resíduos. Neste sentido, o tarifário actualmente praticado não incentiva os cidadãos a adoptarem boas práticas ambientais, tais como a separação e a redução da produção de resíduos através de alterações de hábitos de consumo ou da compostagem doméstica.

A implementação de um sistema tarifário do tipo PAYT pode assim, tornar-se num instrumento de incentivo ao aumento da separação dos resíduos urbanos, podendo tratar-se, de um incentivo económico que poderia estimular à modificação para um comportamento ambiental mais correcto. Atendendo que, a grande maioria das autarquias em Portugal se caracteriza pela geração de receitas tarifárias manifestamente insuficientes pelos tarifários praticados, sendo assim, a aplicação de um sistema tarifário do tipo PAYT podia permitir à autarquia de Aveiro promover a optimização e eficiência nos serviços prestados, tornando num sistema mais auto-sustentável, promovendo uma redução dos custos operacionais e a maximização da prevenção e reciclagem de resíduos, através do incentivo dado aos cidadãos através dos tarifários, uma vez que estes ficam a pagar um valor mais justo calculado em função da quantidade dos resíduos indiferenciados depositados e não no consumo da água.

Mas, para que este sistema seja viável, ele deve passar por um processo muito importante de sensibilização da actual sociedade, no sentido da necessidade de reformular e harmonizar os sistemas tarifários praticados, no sentido de as pessoas perceberem que não vão pagar a mais pelo serviço, que a autarquia tem grandes custos com o sistema de gestão e que seria benéfico para ambos, promovendo uma maior transparência e igualdade num crescimento crescente da recuperação dos custos destes serviços de gestão no sentido da sua maior sustentabilidade.

Em suma, a situação actual de gestão e tarifação de RU não contribui em muito para uma separação na fonte dos RU em específico dos bio-resíduos e no desvio destes da recolha indiferenciada, sendo assim, a conjugação de um circuito de recolha selectiva de bio-resíduos no sector da restauração, podendo ser extensível para outros grandes produtores (mercados, cantinas de empresas e escolas) ou até mesmo aos produtores domésticos, associado a um sistema tarifário do tipo PAYT para os resíduos indiferenciados, podia tornar-se numa mais valia para a autarquia e para a população de Aveiro, em termos, ambientais, de sustentabilidade e económicos.

## 6. Referências Bibliográficas

- APA. (2014). *Proposta PERSU 2020: Plano Estratégico para os Resíduos Sólidos Urbanos*. Agência Portuguesa do Ambiente. Lisboa: Ministério do Ambiente, Ordenamento do Território e Energia.
- Aspinwall, E. (2000). *Local Authority Waste Charging scheme: Best Practice Evaluation Study*. Edinburgh: SNIFFER.
- Castanheiro, L., Ferreira, V., & Lopes, C. (2004). Valorização de Resíduos Orgânicos. eds. *NORTE - Energia e Desenvolvimento Sustentável na Região Norte*, 1 - 18.
- Correia, F. N. (2007). *PERSU II: Plano Estratégico para os Resíduos Sólidos Urbanos 2007 - 2016* (1.<sup>a</sup> ed.). Lisboa, Lisboa, Portugal: Ministério do Ambiente, do Ordenamento do Território e do Desenvolvimento Regional.
- Deco Proteste*. (1 de Outubro de 2014). Obtido em Novembro de 2014, de Resíduos sólidos urbanos: tarifas muito desiguais: <http://www.deco.proteste.pt/alimentacao/agua/noticia/residuos-solidos-urbanos-tarifas-muito-desiguais>
- Decreto-Lei n.º 183/2009 de 10 de Agosto. (10 de Agosto de 2009). *Diário da República*, 5170 - 5198.
- Decreto-Lei n.º 366-A/97 de 20 de Dezembro de 1997. (20 de Dezembro de 1997). *Diário da República*, 498 - 502.
- Decreto-Lei n.º 73/2011 de 17 de Junho. (17 de Junho de 2011). *Diário da República*, 3251 - 3300.
- Decreto-Lei n.º 92/2006, de 25 de Maio de 2006. (25 de Maio de 2006). *Diário da República*, 3504 - 3507.
- Dias, A. M., Teixeira, A., Azevedo, F., Gonçalves, L., Guerra, M. D., Ribeiro, R., et al. (2014). *Realatório do Estado do Ambiente (REA) 2013*. Lisboa: Agência Portuguesa do Ambiente.

Edital n.º 495/2014, de 6 de Junho de 2014. (6 de Junho de 2014). *Diário da República*, 15013 - 15025.

EMARP. (2014). *Notícias do Ambiente Junho/Julho 2014*. Obtido em Janeiro de 2015, de Empresa Municipal de Águas e Resíduos de Portimão (EMARP): <http://www.emarp.pt/images/stories/Ambiente/BoletinsMensais/2014-0607JunJul-EMARP-NoticiasAmbiente.pdf>

ERSUC. (2013). *Unidade de Tratamento Mecânico e Biológico*. Obtido em Outubro de 2014, de ERSUC - Resíduos Sólidos Do Centro, S.A. : <http://ersuc.pt/www/index.php/componentes/componente-contacto/unidade-de-tmb>

Eurostat. (2014, Março). *Municipal waste Statistic*. Retrieved Julho 2014, from European Commission - Eurostat: [http://epp.eurostat.ec.europa.eu/statistics\\_explained/index.php/Municipal\\_waste\\_statistics](http://epp.eurostat.ec.europa.eu/statistics_explained/index.php/Municipal_waste_statistics)

(2000). *Exemplos de compostagem e de recolhas selectivas bem sucedidas*. Comissão Europeia, Direcção-Geral do Ambiente. Bruxelas: Direcção-Geral do Ambiente.

Ferreira, C. D., Lopes, P., Rodrigues, J., & Pinto, A. C. (2014). Separate collection of bio-waste by local authorities in the framework of multimunicipal waste managementsystems - the case study of Aveiro. (C. D. Ferreira, & P. Lopes, Edits.) 1 - 19.

GRU. (2014). *Módulo: 03 - Gestão de Resíduos Urbanos*. Obtido em Agosto de 2014, de Gestão de Resíduos Urbanos : <http://residuos-urbanos.dashofer.pt/?s=modulos&v=capitulo&c=3074>

Kikuchi, R., Gerardo, R., Ferreira, C., Lourenço, C., Castanheira, É., Carreiras, M., et al. (2010). *Gestão dos Resíduos Sólidos no Mundo e em África* (1ª ed.). (R. Kikuchi, & R. Gerardo, Edits.) Coimbra, Coimbra, Portugal: Centro de Estudos de Recursos Naturais, Ambiente e Sociedade (CERNAS).

Levy, J. Q. (2007). *Análise dos tarifários de resíduos urbanos, em Portugal*. Universidade Técnica de Lisboa, CESUR - Centro de Sistemas Urbanos e

Regionais do Instituto Superior Técnico da Universidade Técnica de Lisboa.  
Lisboa: Instituto Regulador de Águas e Resíduos (IRAR).

Levy, J. Q., & Cabeças, A. J. (2006). *Resíduos Sólidos Urbanos - Processos e Processos* (1.<sup>a</sup> ed.). Lisboa, Lisboa, Portugal: AEPSE - Associação das Empresas Portuguesas para o Sector do Ambiente .

Lipor. (2014). *Circuito recolha orgânicos - Recolha Seletiva da Fração Biodegradável*. Obtido em 25 de Novembro de 2014, de Lipor com ambiente no coração: <http://www.lipor.pt/pt/residuos-urbanos/valorizacao-organica/circuito-recolha-organicos/>

(2008). *Livro Verde sobre a gestão dos bio-resíduos na União Europeia*. Comissão das Comunidades Europeias. Bruxelas: União Europeia.

Machado, A., Castro, F., & Vieira, S. (2009). *Identificação dos grandes e médios produtores de resíduos orgânicos da cidade de Aveiro*. Projecto de Licenciatura em Engenharia do Ambiente, Universidade de Aveiro, Departamento do Ambiente e Ordenamento, Aveiro.

Maiambiente. (2007). *Projecto - Recolha Selectiva de Resíduos Orgânicos*. Obtido em 26 de Novembro de 2014, de Maiambiente: <http://www.maiambiente.pt/ProjectoDisplay.aspx?ID=6&PagTitle=Servicos/Projectos>

Martinho, M. G., & Gonçalves, M. G. (2000). *Gestão De Resíduos* (1.<sup>a</sup> ed.). Lisboa, Lisboa, Portugal: Universidade Aberta.

Pinto, A. C., Cunha, A., & Lopes, P. B. (2014). *Estudo sobre a alteração da contentorização de resíduos urbanos na cidade de Aveiro, recorrendo a contentores em profundidade*. Câmara Municipal de Aveiro. Aveiro: Serviços Municipalizados de Aveiro.

Pires, J. S. (2013). *Implementação do princípio do poluidor-pagador no sector dos resíduos*. ERSAR, Departamento de Engenharia - Resíduos ; Departamento de Estudos e Projectos. Lisboa: Entidade Reguladora dos Serviços de Águas e Resíduos.

- Portaria n.º 851/2009 de 7 de Agosto . (7 de Agosto de 2009). *Diário da República*, 5143 - 5146.
- Rodrigues, P. (26 de Novembro de 2009). Implementação de um Sistema PAYT no Município da Maia. *I WORKSHOP PAY AS YOU THROW - Fórum da Maia* (pp. 1-29). Maia: Lipor.
- Santos, F. S. (26 de Novembro de 2009). Um longo caminho para percorrer... - Caso de Óbidos. *I WORKSHOP PAY AS YOU THROW - Fórum da Maia* (pp. 1 - 23). Maia: Weber Portugal.
- Santos, P. (1 de Abril de 2008). *Lixo pago a peso*. Obtido em Janeiro de 2015, de Portal Oficial - Município de Óbidos: <http://www.cm-obidos.pt/manchete/detalhe.aspx?detail=1&id=296525030>
- Schorr, H., & Blumenthal, K. (25 de Março de 2014). Environment in the EU28 - In 2012, 42% of treated municipal waste was recycled or composted. *Eurostat*, 1 - 3.
- Silva, F., Mateus , I., Marçal, A., Ricardo, S., & Pires, S. (2013). *Resíduos Urbanos Relatório Anual 2012*. Agência Portuguesa do Ambiente, I.P., Departamento de Resíduos. Amadora: Agência Portuguesa do Ambiente.
- Skumatz, L. A. (2002). *Variable-rate or "Pay-As-You-Throw" Waste Management: Answers to Frequently Asked Questions*. Los Angeles: Reason Foundation.
- SMA. (2013). *Relatório de Gestão e Contas 2013*. Câmara Municipal de Aveiro, Conselho de Administração dos Serviços Municipalizados de Aveiro. Aveiro: Serviços Municipalizados de Aveiro.
- Tchobanoglous, G., Theisn, H., & Vigil, S. A. (1993). *Integrated Solid Waste Management: Engineering Principles and Management Issues*. (P. H. King, & R. E. Emeritus, Eds.) United States of America: McGraw-Hill International Editions.
- Valorsul. (2014). *Programa +Valor*. Obtido em 25 de Novembro de 2014, de Valorsul: <http://www.valorsul.pt/pt/o-sistema/valorizacao-organica/programa-mais-valor/artigo-1.aspx>

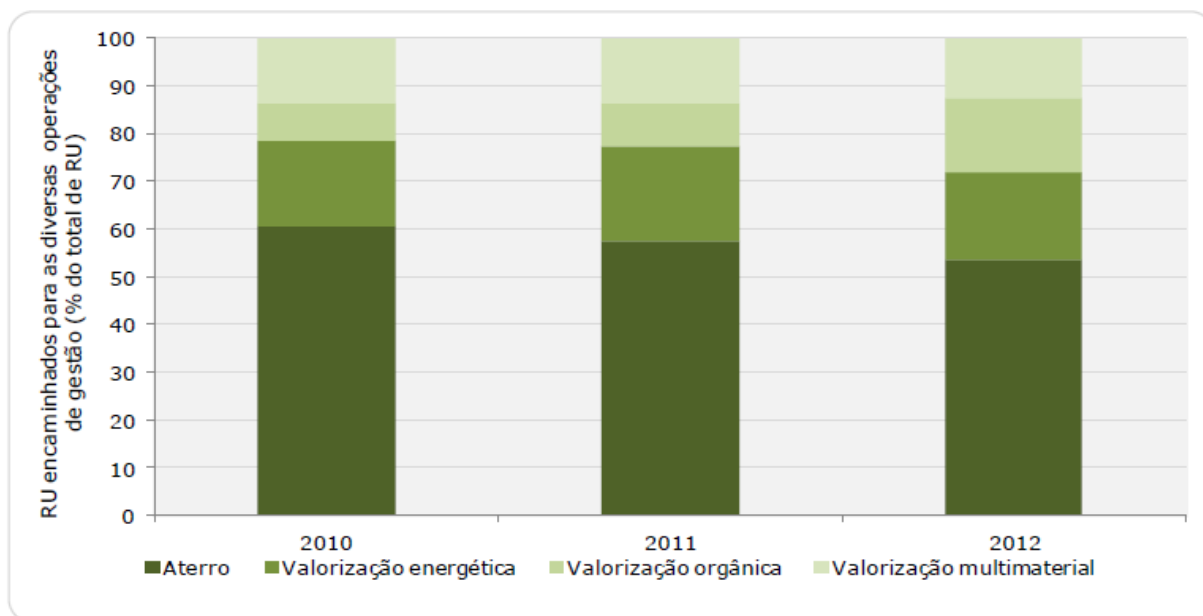


zerowasteeurope. (2014). *Moulinot: closing the loop for restaurant food waste in Paris*. Obtido em 26 de Novembro de 2014, de zerowasteeurope: <http://www.zerowasteeurope.eu/tag/biowaste-france/>



## 7. Anexos

### Anexo A – Valores percentuais das diversas operações de gestão.



**Figura 29** - Percentagem de RU encaminhados para diversas operações de gestão, em Portugal continental.

(Fonte: Dias *et al.*, 2014)

## Anexo B – Folheto explicativo do funcionamento da recolha entregue aos proprietários dos restaurantes



### Campanha de caracterização de RU provenientes de restaurantes

A Câmara Municipal de Aveiro (CMA) em parceria com a Escola Superior Agrária de Coimbra (ESAC) está a realizar uma campanha de caracterização física dos resíduos urbanos (RU) produzidos pelos restaurantes, pelo que solicita a vossa colaboração. Pretende-se conhecer qual a composição dos resíduos desta tipologia de estabelecimento, (resíduos orgânicos, resíduos de embalagem, resíduos de papel, vidro, etc., exceptuando-se os óleos alimentares usados).

A campanha é bastante simples e limitada no tempo (3 dias) não requer quaisquer encargos para o vosso restaurante. Consiste em recolher os RU produzidos no vosso estabelecimento, durante três dias numa semana. Os dias de recolha serão a Quarta-Feira, a Quinta-Feira e a Sexta-Feira. Durante estes três dias, recolheremos por volta das 15h00 os RU produzidos no jantar do dia anterior e no almoço do próprio dia.

Pretendemos recolher todos os resíduos produzidos no vosso restaurante que teriam como destino o ecoponto e o contentor de indiferenciados (contentor verde).

Durante estes três dias, a recolha dos resíduos é feita pela CMA/ESAC com o apoio da SUMA, e os resíduos podem ser colocados em contentores de 120 L ou sacos de 100 L, que serão fornecidos por nós (ver figuras a baixo). No entanto, fica ao vosso critério decidirem o método de acondicionamento dos resíduos. Se preferirem colocar os resíduos nos contentores que já existem nas vossas instalações também o podem fazer, apenas têm de garantir que os resíduos são colocados em sacos estanques de modo a facilitar a recolha.



Ilustração 1 - Contentores de 120 L para os resíduos.

SoloStocks



Ilustração 2- Saco do lixo de 100 L.

Obrigado pela vossa colaboração!

Aveiro, 8 de Julho de 2014

## Anexo C – Inquérito realizado aos restaurantes (página 1/3)



### INQUÉRITO AOS PRODUTORES DE BIO-RESÍDUOS DA CIDADE DE AVEIRO

#### 1. Dados do estabelecimento

- 1.1. Nome do estabelecimento \_\_\_\_\_
- 1.2. Nome do Proprietário \_\_\_\_\_
- 1.3. Código de Identificação Cliente da ADRA (CIL) \_\_\_\_\_
- 1.4. Localização (morada e freguesia) \_\_\_\_\_
- 1.5. Coordenadas GPS \_\_\_\_\_
- 1.6. Tipo de actividade \_\_\_\_\_
- 1.7. Horário de funcionamento \_\_\_\_\_
- 1.8. Descanso semanal \_\_\_\_\_
- 1.9. Encerramento para férias \_\_\_\_\_
- 1.10. Responsável pelo estabelecimento \_\_\_\_\_
- 1.11. Contacto telefónico \_\_\_\_\_
- 1.12. Contacto de email \_\_\_\_\_

#### 2. Caracterização dos resíduos produzidos

2.1. Faz separação dos resíduos? Sim ☐ Não ☐

Quais?

Papel/Cartão ☐ Embalagens ☐ Vidro ☐ Orgânicos ☐

Indiferenciados ☐ Outros ☐ Quais? \_\_\_\_\_

2.2. Se não o faz, qual é a razão?

## Anexo C – Inquérito realizado aos restaurantes (página 2/3)



1.1. Qual o destino que dá aos resíduos orgânicos?

Contentor público

Aproveitamento para consumo animal

Empresa de recolha

Outros

Qual? \_\_\_\_\_

1.2. Possui um recipiente de recolha de resíduos orgânicos no estabelecimento ou junto a este?

Não

Sim

Volume

### 2. Caracterização da fracção orgânica

2.1. Quantas refeições produzem normalmente por dia (aplicável a restaurantes, cantinas)?

2.2. Que recipiente utiliza para colocar a fracção orgânica no contentor?

Saco

Directamente no contentor

Volume produzido por dia

2.3. Qual é o peso da fracção orgânica produzida (em Kg) (se viável a pesagem)?

2.4. Quantas vezes por dia é que deposita a fracção orgânica no contentor público?

## Anexo C – Inquérito realizado aos restaurantes (página 3/3)



### 4. Disponibilidade de colaboração do inquirido

4.1. Caso se venha a implementar um circuito de recolha selectiva de resíduos orgânicos porta-a-porta, gratuito, e com fornecimento ao vosso estabelecimento de contentores castanhos de 120 L ou 240 L, herméticos e com rodas, para a deposição desses resíduos, ficando a manutenção dos contentores a cargo dos SMA/CMA e a sua limpeza e higienização a vosso cargo, está disposto a aderir ao circuito?

(Nota: os resíduos orgânicos seriam depositados no contentor a granel, sem saco. O destino final dos resíduos orgânicos seria a compostagem.)

Sim ☐ Não ☐

4.2. Com que regularidade é que acha necessário recolher os resíduos orgânicos no vosso estabelecimento?

3x/semana ☐ Todos os dias, de 2ª feira a sábado ☐

4.3. Em que horário seria mais conveniente proceder à recolha?

1 - Das 9h00 às 12h30 e das 14h00 às 18h15 ☐

2 – Das 14h00 às 21h45 ☐

## Anexo D – Lista dos restaurantes que participaram no trabalho

**Tabela 4** - Lista por ordem alfabética dos restaurantes que aceitaram participar no trabalho.

Restaurantes que participaram no trabalho*
A Nossa Casa
Adega Evaristo
Dois Duques
Espeto do Sul
Fusões – Winery / Restaurante / Bar
Ki Restaurante macrobiótico
Marinhas - restaurante Lda
Mercado do Peixe
O Adriano
O Bairro restaurante
Refúgio do Drinks

\*Esta ordem não tem qualquer relacionamento com a numeração atribuída aos restaurantes.



## Anexo E – Quantidades, média e desvio padrão das componentes obtidas em cada restaurante por dia

**Tabela 5** - Quantidades, médias e desvios padrão das diferentes componentes (bio-resíduos, plástico, papel/cartão, metal, vidro e outros resíduos) em cada restaurante durante cada recolha.

Restaurantes	Dia 1 - quarta-feira						Dia 2 - quinta-feira					
	Bio-resíduos	Plástico	Papel/Cartão	Metal	Vidro	Outros resíduos	Bio-resíduos	Plástico	Papel/Cartão	Metal	Vidro	Outros resíduos
N.º 1	8,14	0,38	2,12	0,24	1,62	0,08	10,7	2,48	3,62	0,44	2,48	0,1
N.º 2	3,96	2,38	1,1	0,28	0	0,1	Não se recolheram RU					
N.º 3	30,25	1,8	8,38	0,5	19,16	0,08	32,88	3,2	6,82	0,08	11,38	0,88
N.º 4	4,04	0,6	0,66	0,02	0	0	7,25	0,36	1,87	0,06	1,58	0,02
N.º 5	35,51	0,862	0,36	0,16	27,36	0,32	47,75	2,12	2,35	0,1	13,77	0,24
N.º 6	45,84	2,696	8,77	0,62	9,3	0,35	41,9	2,12	7,98	0,9	12,64	1,58
N.º 7	32,15	1,85	5,13	0,30	0	1,33	16,25	2,74	5,49	0,28	0,6	2,36
N.º 8	15,95	1,32	15,04	0,26	22,26	0,04	21,30	2,62	5,98	0,34	21,68	1,30
N.º 9	18,15	1,64	5,46	0,22	3,56	0,1	19,25	1,8	5,44	0,04	3,2	0,34
N.º 10	0,25	0,14	1,52	0,12	1,98	0,48	0,5	0,12	0,7	0,02	0	0,02
N.º 11	Não se recolheram RU						19	2,58	7,88	0,82	0	0,34
<b>Média</b>	19,42	1,37	4,85	0,27	8,52	0,29	21,68	2,01	4,81	0,31	6,73	0,72
<b>Desvio Padrão</b>	15,71	0,86	4,74	0,18	10,49	0,40	15,03	1,01	2,55	0,32	7,56	0,79

## Anexo F – Massa volúmica dos bio-resíduos

**Tabela 6** - Massa volúmica média de todas as amostras utilizadas.

Amostra	Peso (kg)	Volume (L)	Massa volúmica (kg/L)	Massa volúmica (kg/m <sup>3</sup> )
1	79,75	120	0,665	664,6
2	9,56	19,41	0,493	492,5
3	12,98	19,41	0,669	668,7
4	11,95	19,41	0,616	615,7
5	10,1	19,41	0,520	520,4
6	12,15	19,41	0,626	626,0
7	11,6	19,41	0,598	597,6
8	15	19,41	0,773	772,8
9	9	19,41	0,464	463,7
10	12,45	19,41	0,641	641,4
11	15,2	19,41	0,783	783,1
12	17,2	19,41	0,886	886,1
13	14,8	19,41	0,762	762,5
14	12	19,41	0,618	618,2
15	12,1	19,41	0,623	623,4
		<b>Média</b>	<b>0,649</b>	<b>649</b>

## Anexo G – Quantidades recolhidas de resíduos indiferenciados em cada dia nos restaurantes

**Tabela 7** - Quantidades diárias e médias de resíduos indiferenciados recolhidos em cada restaurante.

Restaurantes	Quantidade de RU indiferenciados recolhidos no dia 1 (kg)	Quantidade de RU indiferenciados recolhidos no dia 2 (kg)	Média diária de RU indiferenciados produzidos por dia (kg/dia)
N.º 1	9,34	19,34	14,34
N.º 2	7,82	Não se recolheram RU porque o restaurante já se encontrava encerrado na altura da recolha.	7,82
N.º 3	34,99	40,1	37,55
N.º 4	4,3	8,76	6,53
N.º 5	36,41	51,63	44,02
N.º 6	54,96	52,34	53,65
N.º 7	40,76	22,86	31,81
N.º 8	20,8	31,62	26,21
N.º 9	23,67	23,93	23,80
N.º 10	4,49	1,36	2,93
N.º 11	Não se recolheram RU porque os funcionários colocaram tudo no contentor.	24,06	24,06
<b>Total</b>	<b>237,54</b>	<b>276,0</b>	<b>---</b>

## Anexo H - Dias de trabalho efectivo de cada restaurante num ano

**Tabela 8** - Dias de trabalho efectivo mensal e num ano de cada restaurante, sem os dias de descanso semanal, dias de férias e períodos de festividades (Natal).

Restaurantes	Descanso Semanal	Períodos de férias	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Total de dias de trabalho
N.º 1	Não tem	Não tem	31	28	31	29	31	30	31	31	30	31	30	30	363
N.º 2	Domingo à noite	15 de Set./Out.	31	28	31	29	31	30	31	31	30	16	30	30	348
N.º 3	Domingo	15 em Agosto e 1 semana no natal	27	24	26	26	27	25	27	14	26	27	25	21	295
N.º 4	Domingo à noite e segunda	2 semanas em Jan. e Mar.	15	24	14	26	27	25	27	27	27	27	26	25	290
N.º 5	Sábado	Não há inf.*	27	24	26	25	26	26	27	26	26	27	25	26	311
N.º 6	Não tem	Não tem	31	28	31	29	31	30	31	31	30	31	30	30	363
N.º 7	Domingo	15 em Agosto e 15 em Dezembro	27	24	26	26	27	25	27	14	26	27	25	15	289
N.º 8	Domingo	Não tem	27	24	26	26	27	25	27	26	26	27	25	26	312
N.º 9	Domingo à noite	Não tem	31	28	31	29	31	30	31	31	30	31	30	30	363
N.º 10	Segunda-feira	Não há inf.*	27	24	26	26	27	25	27	26	26	27	25	26	312
N.º 11	Não tenho inf.*	Não há inf.*	31	28	31	29	31	30	31	31	30	31	30	30	363

\*Considerou-se que os restaurantes não encerravam para férias, mas que cada funcionário tinha o direito ao seu período de férias.

## Anexo I - Quantidades médias mensais e anual dos restaurantes

**Tabela 9** - Quantidades médias de RU indiferenciados produzidos por mês e no ano por cada restaurante considerando os dias de descanso semanal e período de férias e Natal.

Restaurantes	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Quantidade média de RU indiferenciados (kg/mês)
N.º 1	1164,05	1051,4	1164,05	1088,95	1164,05	1126,5	1164,05	1164,05	1126,5	1164,05	1126,5	1126,5	1135,89
N.º 2	1663,15	1502,2	1663,15	1555,85	1663,15	1609,5	1663,15	1663,15	1609,5	858,4	1609,5	1609,5	1555,85
N.º 3	387,18	344,16	372,84	372,84	387,18	358,5	387,18	200,76	372,84	387,18	358,5	301,14	352,53
N.º 4	43,95	70,32	41,02	76,18	79,11	73,25	79,11	79,11	79,11	79,11	76,18	73,25	70,81
N.º 5	707,67	629,04	681,46	655,25	681,46	681,46	707,67	681,46	681,46	707,67	655,25	681,46	679,28
N.º 6	745,86	673,68	745,86	697,74	745,86	721,8	745,86	745,86	721,8	745,86	721,8	721,8	727,82
N.º 7	858,87	763,44	827,06	827,06	858,87	795,25	858,87	445,34	827,06	858,87	795,25	477,15	766,09
N.º 8	642,6	571,2	618,8	618,8	642,6	595	642,6	618,8	618,8	642,6	595	618,8	618,80
N.º 9	1364,62	1232,56	1364,62	1276,58	1364,62	1320,6	1364,62	1364,62	1320,6	1364,62	1320,6	1320,6	1331,61
N.º 10	211,14	187,68	203,32	203,32	211,14	195,5	211,14	203,32	203,32	211,14	195,5	203,32	203,32
N.º 11	202,43	182,84	202,43	189,37	202,43	195,9	202,43	202,43	195,9	202,43	195,9	195,9	197,53
<b>Total</b>	<b>7991,52</b>	<b>7208,52</b>	<b>7884,61</b>	<b>7561,94</b>	<b>8000,47</b>	<b>7673,26</b>	<b>8026,68</b>	<b>7368,9</b>	<b>7756,89</b>	<b>7221,93</b>	<b>7649,98</b>	<b>7329,42</b>	<b>7639,51</b>

## Anexo J – Taxas de RU paga por cada restaurante e a diferença entre o custo/receita indexada ao consumo da água

**Tabela 10** - Valor da taxa de serviço de gestão de RU paga pelos restaurantes em média por mês indexada ao consumo de água e a diferença entre o custo/receita.

Restaurantes	Classe de consumo	Consumo médio real (m³)	Tarifa fixa (€)	Tarifa varável (€)	Taxa de RU paga pelos restaurantes mensalmente (€/mês)	Custo da CMA na gestão dos RU indiferenciados produzidos pelos restaurantes (€/mês)	Diferença entre o custo e a taxa paga pelos restaurantes (€/mês)
N.º 1	Não doméstico	56	10,45	0,90	60,85	91,75	30,90
N.º 2	Não doméstico	87	10,45	0,90	88,75	125,67	36,92
N.º 3	Não doméstico	35	10,45	0,90	41,95	28,47	-13,48
N.º 4	Não doméstico	14	10,45	0,90	23,05	5,72	-17,33
N.º 5	Não doméstico	66	10,45	0,90	69,85	54,87	-14,98
N.º 6	Não doméstico	50	10,45	0,90	55,45	58,79	3,34
N.º 7	Não doméstico	53	10,45	0,90	58,15	61,88	3,73
N.º 8	Não doméstico	37	10,45	0,90	43,75	49,98	6,23
N.º 9	4 Autarquias	62	4,40	0,50	35,4	107,55	72,15
N.º 10	Não doméstico	33	10,45	0,90	40,15	16,42	-23,73
N.º 11	Não doméstico	6	10,45	0,90	15,85	15,95	0,10